

Rel. 1.10

Heinrich Vipper MAAVILJELUSE praktikum

Heinrich Vipper

MAAVILJELUSE

praktikum

HEINRICH VIPPER

**MAAVILJELUSE
praktikum**

Eesti Põllumajanduse Akadeemia Nõukogu poolt
lubatud kasutada õppevahendina Agronoomiatea-
duskonna üliõpilastele.

TALLINN, «VALGUS» 1989

Kaane kujundanud H. Puzanov

Retsenseerinud bioloogiadoktor E. Kitse

V68 Vipper, Heinrich. Maaviljeluse praktikum. — Tln.: Valgus, 1989. 372. lk.: ill.
ISBN 5-440-00504-8

Raamatus käsitletakse mulla füüsikaliste omaduste ja erosiooni, taimede juurestiku ning umbrohtude, samuti taimejäänuste lagunemisprotsessi uurimismeetodeid. Umbrohtude klassifikatsioonis on eraldi välja toodud ka tähtsamad esindajad. Kirjeldatakse külvises sagedamini esinevaid seemneid. Tutvustatakse herbitsiidide klassifikatsiooni, omadusi ja kasutamist; külvikordade planeerimist ja rakendamist; mullaharimise ja kompleksse umbrohutõrje planeerimist külvikorras ning põllutööde kvaliteedi nõudeid ja hindamise meetodeid. Raamat on rikkalikult illustreeritud. Tähtsamate umbrohtude nimestik on esitatud eesti, ladina ja vene keeles.

Raamat on mõeldud õppevahendiks eelkõige EPA Agronoomiateaduskonna üliõpilastele, kuid on vajalikuks abivahendiks ka agronoomidele ja maaviljeluse eriala teadureile.

V 3704010100—010 53-88
902(15)—89

41

Sissejuhatus

Põllumajandusliku tootmise intensiivistamisel kuulub juhtiv osa maaviljelusele, millest tulenevad suuremad nõuded ka maaviljelusteadusele ja maaviljeluslikule tootmisele.

Et tagada mullaviljakuse järjekindel tõus ja saakide suurendamine ning stabiilsus, on vaja põhjalikult tunda maaviljeluse teoreetilisi aluseid. See on maksev nii õppe-, teaduskui ka tootmisettevõtete töös.

Käesoleva raamatu ülesandeks ongi anda ülevaade maaviljeluses kasutatavatest uurimis- ja määramismeetoditest, sest viimane sellealane raamat «Maaviljeluse praktikum» (autor M. Karmin) ilmus 1971. aastal ega rahulda enam tänapäeva nõudeid.

Raamatus püütakse anda ammendav ülevaade mulla agrofüüsikalistest, hüdrofüüsikalistest ja aerofüüsikalistest omadustest ning nende määramise enam levinud meetoditest; mulla erosioonist ja selle uurimismeetoditest; meie vabariigis enam levinud umbrohtudest, nende tundmaõppimise ja määramise meetoditest; taimede juurestiku uurimise meetoditest; taimejäänuste lagunemise protsessi uurimise meetoditest; enam levinud herbitsiidide omadustest, kasutamisest ja määramise meetoditest. Üksikasjaliselt käsitletakse viljavahelduse ja külvikordade iseärasusi, nende liike, külvikordade planeerimise, sisseviimise ja rakendamise seotud ülesandeid. Vaatluse all on mullaharimise ja kompleksse umbrohutõrje süsteemi planeerimise alused. Oluline osa on raamatus pühendatud mullaharimise, külvija hooldustööde kvaliteedi hindamise alustele.

Raamat on eelkõige ette nähtud agronoomiateaduskonna ja kaugõppeteaduskonna agronoomia eriala üliõpilastele ning tootmises töötavatele agronoomidele. Abiks võib ta olla ka maaviljeluse alal tegutsevatele teaduritele ja abipersonalile. Valikuliselt on raamat kasutatav ka põllumajandustehnikumide maaviljelusalases õppetöös.

I. MULDADE AGROFÜÜSIKALISED JA FÜÜSIKALIS-MEHAANILISED OMADUSED, NENDE UURIMISE MEETODID

Taimikasvatusteskkond — muld — on dispersne süsteem, mis koosneb kolmest faasist (tahkest, vedelast ja gaasilisest) ning mis mõjutab taimekasvu oma füüsikaliste, keemiliste ja bioloogiliste omadustega. Mulla viljakus ja taimikasvuks soodsad või ebasoodsad tingimused sõltuvad kõigi eeltoodud omaduste kompleksist, kus oluline osa on agrofüüsikalistel ja füüsikalismehaanilistel omadustel. Peale otsese mõju avaldavad füüsikalised omadused mulla viljakusele ja taimikasvutingimustele ka kaudset mõju, sest neist sõltuvad olulisel määral muldade keemilised ja bioloogilised omadused.

Et agrotehnilised võtted, eriti mullaharimine, võimaldavad ühelt poolt mõjutada muldade agrofüüsikalisi ja füüsikalismehaanilisi omadusi, teiselt poolt aga sõltub agrotehniliste võtete rakendamine omakorda neist omadustest, siis on agronoomidel mõõdapääsamatult vajalik tunda põhjalikult muldade füüsikalisi omadusi ja nende uurimise meetodeid. Veelgi enam, agronoomid peavad hästi tundma mõjukolmnurga (taim—muld—rakendatavad agrotehnilised võtted) elementide vahel valitsevaid seoseid ja sõltuvusi, mis loob võimaluse taimede kasvu ja arengu teadlikuks mõjutamiseks ning suunamiseks.

1. Muldade füüsikalised omadused ja nende uurimise meetodid

Füüsikalisteks nimetatakse muldade omadusi, mida saab hinnata kas visuaalselt, kompamise teel või määrata vastava mõõteriista skaala abil. Nendest on tähtsamad: mulla mehaaniline koostis, mulla tahke faasi tihedus, mulla lasuvustihedus, mulla poorsus, mulla ehitus, mulla struktuur, mulla värvus, mulla temperatuur.

Mehaaniliste elementide klassifikatsioon

Tabel 1

N. Katšinski järgi		USA PM järgi	
Osakeste läbimõõt mm	Fraktsiooni nimetus	Osakeste läbimõõt mm	Fraktsiooni nimetus
üle 10	kivid	2,0 ... 1	väga jäme liiv
10 ... 1	kruus	1,0 ... 0,5	jäme liiv
1,0 ... 0,5	jäme liiv	0,50 ... 0,25	keskmine liiv
0,50 ... 0,25	keskmine liiv	0,25 ... 0,10	peen liiv
0,25 ... 0,05	peen liiv	0,10 ... 0,05	väga peen liiv
0,05 ... 0,01	jäme tolm	0,050 ... 0,002	tolm
0,010 ... 0,005	keskmine tolm	alla 0,002	ibe
0,005 ... 0,001	peen tolm		
alla 0,001	ibe		

Mulla mehaanilisuse koostise klassifikatsioon
e. mulla lõimis
(N. Katšinski järgi)

Tabel 2

Füüsikalise savi sisaldus %	Mulla liik (lõimis) mehaanilise koostise järgi
0 ... 5	sõre liiv (l ₁)
5 ... 10	sidus liiv (l ₂)
10 ... 20	saviliiv (sl)
20 ... 30	kerge liivsavi (ls ₁)
30 ... 40	keskmine liivsavi (ls ₂)
40 ... 50	raske liivsavi (ls ₃)
50 ... 65	kerge savi (s ₁)
65 ... 80	keskmine savi (s ₂)
üle 80	raske savi (s ₃)

1.1. Mulla mehaaniline koostis

Et mineraalosa moodustab 80 ... 90 või enam protsenti mulla massist, siis olenevad mulla füüsikalised, füüsikalis-keemilised, keemilised ja bioloogilised omadused suurel määral tema mehaanilisest koostisest. Mulla väga erineva suurusega üksikosakesi nimetatakse mulla **mehaanilisteks elementideks**. Et iseloomustada muldi kui polüdispersseid süsteeme, on vaja määrata nende **mehaaniline koostis e. lõimis**, mille all mõistetakse erineva läbimõõduga osakeste suhtelist esinemist mullas. Et kõigi eri suurusega osakeste arvu pole võimalik kindlaks määrata, siis määratakse kindla läbimõõduga osakeste rühmade e. **mehaanilise koostise fraktsioonide** protsendiline sisaldus. Osakeste rühmita-

mist läbimõõdu alusel nimetatakse mulla mehaaniliste elementide klassifikatsiooniks, kusjuures igasse fraktsiooni kuuluvate osakeste läbimõõt on leppeline.

Maaailmas, sealhulgas ka Nõukogude Liidus, on koostatud mitmeid mehaaniliste elementide klassifikatsioone, millest meil kõige rohkem kasutatakse N. Katšinski oma. Alljärgnevas tabelis on esitatud N. Katšinski ja USA põllumajandusministeeriumi poolt soovitatud klassifikatsioonid.

N. Katšinski jaotust sageli lihtsustatakse. Osakesed läbimõõduga 1 kuni 0,01 mm ühendatakse **füüsikalise liiva**, osakesed alla 0,01 mm aga **füüsikalise savi rühma** ja need on aluseks ka mulla mehaanilise koostise fikseerimisel (tabel 2). Peale selle nimetatakse osakesi, mille läbimõõt on alla 1 mm, **mulla peeneseks**, osakesi aga, mille läbimõõt on üle 1 mm, **mulla koreseks**.

1.1.1. Mulla mehaanilise koostise määramine

Vajalikud vahendid ja reaktiivid: 1) mullasõelte komplekt; 2) portselanuhmer; 3) kummiotsikuga uhmrinui; 4) nummerdatud alumiinium- või portselankausid; 5) pesupudel; 6) lehter; 7) termostaat; 8) eksikaator CaCl₂-ga; 9) analüütilised kaalud; 10) näpitsad; 11) segaja; 12) 25-cm³ pipett; 13) naatriumpürofosfaat — Na₄P₂O₇; 14) 1-l mõõtesilinder.

Uurimisobjektilt võetakse keskmine mullaproov, kuivatatakse õhukuivaks, kaalutakse ja sõelutakse läbi 1-mm avadega sõela. Sõelale jäänud suuremad agregaadid peenestatakse portselanuhmris kummiotsikuga puust uhmrinuiaga ja sõelutakse uuesti. Sõelale jäänud osad pestakse kraanivees nende külge kleepunud peentest osadest puhtaks, kuivatatakse ja kaalutakse. Nii saadakse **mulla korese mass**. Mulla peenes (<1 mm) leitakse, kui mulla esialgsest analüüsiks võetud massist lahutatakse korese (>1 mm) mass. Koresesisaldus protsentides leitakse valemiga

$$\text{korese \%} = \frac{b \cdot 100}{a}, \text{ kus}$$

a — mulla esialgne mass g;

b — mulla korese mass g.

Seejärel määratakse korese fraktsiooniline koostis. Selleks sõelutakse kores läbi mullasõelte komplekti, milles on sõelad Ø-ga 10; 7; 5; 3; 2; 1; 0,5; 0,25 mm.

Järgneb mulla mehaanilise koostise määramine peeneses. Selleks võetakse sõltuvalt mulla lõimisest erinevad kaalutised: liivsavide ja savide korral à 10 g, saviliivade korral à 15 g ja liivade puhul à 30 g.

Kaalutistele lisatakse võrdne kogus (10-g kaalutise puhul 10 ml, 15-g korral 15 ml jne.) naatriumpürofosfaadi ($\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$) lahust (5%) ja töödeldakse segu ettevaatlikult (ilma survet avaldamata) uhmrinuiaga 10 minuti vältel.

Sellisel töödeldud mullaproov uhutakse pesupudeli joaga varem 105°C juures kuivatatud ja 0,1-mg täpsusega kaalutud alumiinium- või portselankaussi, kuivatatakse temperatuuril 105°C konstantse massini, jahutatakse eksikaatoris (p_1) ja leitakse naatriumpürofosfaadiga töötlemisest tingitud kadu protsentides. Seejärel pestakse kausi sisu destilleeritud veega pesupudeli ja lehtri abil läbi 0,25-mm avadega sõela liitrisesse silindrisse.

Sõelale jäänud 0,25...1-mm mullaosakesed pestakse sõelalt destilleeritud veega pesupudeli abil alumiinium- või portselankaussi, mis on kuumutatud (105°C), eksikaatoris jahutatud ja 0,1-mg täpsusega kaalutud. Kausi sisu aurutatakse kuivaks ja kuumutatakse termostaadis 105°C juures konstantse massini, jahutatakse eksikaatoris ja kaalutakse analüütilistel kaaludel 0,1 mg täpsusega. Siis sõelutakse absoluutkuiv muld läbi 0,5-mm avadega sõela. Läbi sõela läinud 0,25...0,5-mm osakesed paigutatakse alumiinium- või portselankaussi tagasi; kuumutatakse termostaadis 105°C juures konstantse massini ja kaalutakse analüütilistel kaaludel 0,1-mg täpsusega. Saame fraktsiooni 0,25...0,5 mm massi (f). Lahustades esimesel kaalumisel (0,25...1 mm) saadud mulla massist fraktsiooni 0,25...0,5 mm massi, saame fraktsiooni 0,5...1 mm massi (g).

Silindrisse viidud ($\varnothing < 0,25$ mm) mulla fraktsioonilise analüüsi tegemiseks täidetakse silinder veega kuni ühe liitrini, segatakse suspensioon spetsiaalse segajaga tugevasti läbi ja käivitatakse segamise lõpetamisel kohe stopper. Vastavalt Stokes'i valemile hakkavad eri suurusega mullaosakesed erineva kiirusega allapoole langema.

Tabelis 3 on toodud eri suurusega osakeste settimisaeg sõltuvalt lahuse temperatuurist ja mulla tahke faasi tihedusest. Vastavalt suspensiooni temperatuurile ja mulla tahke faasi tihedusele leitakse tabelist iga fraktsiooni kohta proovivõtmise sügavus ja aeg. Proov võetakse 25-cm^3 pipetiga, viiakse kuivatatud, eksikaatoris jahutatud ja kaalutud alumiinium- või portselankaussi, aurutatakse kuivaks, kuivatatakse termostaadis temperatuuril 105°C kuni konstantse massini, jahutatakse eksikaatoris ja kaalutakse analüütilistel kaaludel täpsusega 0,1 mg. Korrutades saadud kaalutisi 40-ga saame 1 liitris suspensioonis leiduvate, s. o. analüüsiks võetud mullakaalutisele vastavate osakeste massi. Kui tähistada alla 0,05-mm osakeste mass a-ga, alla 0,01-mm osakeste mass b-ga, alla 0,005-mm osakeste mass c-ga ja alla

Erineva suurusega osakeste settimisaeg N. Katsinski järgi

Osakeste läbimõõt mm	Proo- vivõt- mise süga- vus cm	Mulla tahke faasi tihe- dus	Proovi seismise aeg temperatuuril				
			10°	$12,5^\circ$	15°	$17,5^\circ$	$20,0^\circ$
alla 0,05	25	2,60	149"	139"	130"	122"	115"
alla 0,01	10	2,60	24'52"	23'12"	21'45"	20'25"	19'14"
alla 0,005	10	2,60	1 t 39'27"	1 t 32'48"	1 t 26'59"	1 t 21'37"	1 t 16'55"
alla 0,001	7	2,60	29 t 00'31"	27 t 04'12"	25 t 22'28"	23 t 48'41"	22 t 25'57"
alla 0,05	25	2,65	145"	135"	127"	119"	112"
alla 0,01	10	2,65	24'07"	22'30"	21'06"	19'48"	18'39"
alla 0,005	10	2,65	1 t 36'27"	1 t 30'00"	1 t 24'21"	1 t 19'08"	1 t 14'34"
alla 0,001	7	2,65	28 t 07'53"	26 t 13'05"	24 t 36'25"	23 t 05'26"	21 t 45'09"
alla 0,5	25	2,70	140"	131"	123"	115"	109"
alla 0,01	10	2,70	23'24"	21'50"	20'28"	19'13"	18'06"
alla 0,005	10	2,70	1 t 33'38"	1 t 27'21"	1 t 21'54"	1 t 16'50"	1 t 12'24"
alla 0,001	7	2,70	27 t 18'21"	25 t 28'51"	23 t 53'05"	22 t 24'42"	21 t 06'44"

Fraktsioonide mass ja protsendiline sisaldus

Tabel 4

Fraktsiooni läbimõõt	Fraktsiooni mass g	Fraktsiooni protsent mullakaalutises
1,0 ... 0,5	g	$\frac{g \cdot 100}{p}$
0,5 ... 0,25	f	$\frac{f \cdot 100}{p}$
0,25 ... 0,05	$p_1 - (a + f + g)$	$\frac{p_1 - (a + f + g) \cdot 100}{p}$
0,05 ... 0,01	(a - b)	$\frac{(a - b) \cdot 100}{p}$
0,01 ... 0,005	(b - c)	$\frac{(b - c) \cdot 100}{p}$
0,005 ... 0,001	(c - d)	$\frac{(c - d) \cdot 100}{p}$
alla 0,001	d	$\frac{d \cdot 100}{p}$
alla 0,01	b	$\frac{b \cdot 100}{p}$

0,001-mm osakeste mass d-ga, siis fraktsiooni 0,05 ... 0,01 mm kaalutis analüüsiks kaalutud mullas võrduks a-b, fraktsioonil 0,005 ... 0,01 mm b-c ja fraktsioonil 0,001 ... 0,005 mm c-d. Fraktsiooni 0,05 ... 0,25 mm (e) suurus arvutatakse diferentsist

$$e = p_1 - (a + f + g), \text{ kus}$$

p_1 — pärast naatriumpürofosfaadiga töötlemist järele jäänud absoluutkuiva mulla mass g;

f — fraktsiooni 0,25 ... 0,5 mm mass g;

g — fraktsiooni 0,5 ... 1,0 mm mass g.

Iga fraktsiooni protsendiline sisaldus tuuakse välja vastavalt tabelis 4 toodud vormile.

1.2. Mulla tahke faasi tihedus

Mulla tahke faasi tiheduse all mõistetakse kindla mahuga mulla tahke faasi massi suhet sama mahuga vee massi 4 °C juures või absoluutkuiva mulla tahke faasi 1 cm³ massi grammides.

Tahke faasi tihedus sõltub mulla mehaanilisest koostisest, tahkete koostisosade vahetusest, nende tihedusest ning orgaanilise aine (peamiselt huumuse) sisaldusest.

Mulla ja tema lähtekivimite koostisse kuuluvate tähtsamate mineraalide ning huumuse tihedus («Mullateadus», 1962 andmetel)

Tabel 5

Nimetus	Tahke faasi tihedus	Nimetus	Tahke faasi tihedus
Kvarts	2,65 ... 2,66	Kaoliniit	2,60 ... 2,65
Ortoklass	2,54 ... 2,58	Montmorilloniit	2,00 ... 2,20
Plagioklassid	2,67 ... 2,74	Kaltsiit	2,71 ... 2,72
Muskoviit	2,76 ... 3,00	Dolomiit	2,80 ... 2,99
Biotiit	2,70 ... 3,10	Limoniit	3,50 ... 4,00
Kõnnekivid + auglidid	3,00 ... 3,40	Huumus	1,40 ... 1,80

Et mulla ja tema mineraalsete lähtekivimite mineraalne osa koosneb peamiselt kvartsist, päevakividest ning savimineraalidest, siis on enamiku muldade tahke faasi tihedus nimetatud mineraalide keskmise tiheduse lähedane ja seda vähendab vaid suurem huumusesisaldus. Nii kõigub tahke faasi tihedus kamarleetmuldadel valdavalt 2,54 ... 2,63 g/cm³, madalsoo- turvasmuldadel aga 1,7 ... 1,9 g/cm³ piires.

1.2.1. Mulla tahke faasi tiheduse määramine püknomeetriga

Vajalikud vahendid: 1) 50 ... 100-cm³ mahuga püknomeetrid; 2) 1-mm avadega sõel; 3) portselanuhmer koos kummiotsikuga uhmrinuiaga; 4) analüütilised kaalud; 5) vaakumeksikaator; 6) vaakumpump; 7) yee- või liivavann; 8) filterpaber; 9) alumiiniumtopsid; 10) analüütilised kaalud; 11) termostaat; 12) eksikaator CaCl₂-ga; 13) näpitsad; 14) klaaspulgad.

Mulla tahke faasi tiheduse määramise aluseks on tema poolt väljatõrjutud vedeliku ruumala määramine.

Määramiseks võetakse mulla huumuskihist või teistest uurimiseks ettenähtud kihtidest 300 ... 500-grammine keskmine muldaproov, kuivatatakse õhukuivaks ning peenestatakse portselan-kaasis või uhmris kummiotsikuga uhmrinuia abil ettevaatlikult ning sõelutakse läbi 1-mm avadega sõela. Seejuures eemaldatakse mullast kivid ja taimeosad. Selliselt ettevalmistatud mullast võetakse omakorda kaks keskmist 10 ... 15-g kaalutist. Üks neist paigutatakse püknomeetrisse (p_1), teine alumiiniumtopsi. Viimane kaalutakse (p_1) ja paigutatakse termostaati, kuivatatakse 105 °C juures kuni püsiva massini, kaalutakse uuesti (p_2) ja arvu-

tatakse püknomeetrisse paigutatud mulla mass absoluutkuiva mullana alljärgnevalt:

$$p = \frac{p_2 \cdot p_3}{p_1}, \text{ kus}$$

p — absoluutkuiva mulla mass püknomeetris g;
 p_1 — alumiiniumtopsi paigutatud mulla mass enne kuivatamist g;
 p_2 — alumiiniumtopsi paigutatud mulla mass pärast kuivatamist g;
 p_3 — püknomeetrisse paigutatud kuivamata mulla mass g.

Püknomeeter koos mullaga kaalutakse analüütilistel kaaludel 0,0001-g täpsusega (p_m) ja täidetakse seejärel destilleeritud veega nii, et pärast mulla märgumist kataks seda 3...5-mm veekiht. Muld segatakse ettevaatlikult veega nii, et muld ei kleepuks püknomeetri seintele. Seejärel paigutatakse püknomeeter vaakum-eksikaatorisse ning eemaldatakse vaakumpumba abil õhk püknomeetrist ja sinna paigutatud mullalahusest (pumbatakse senikaua, kui mullalahusest enam õhumulle ei eraldu). Vaakumpumba puudumisel võib õhu eemaldada kas liivavannil või asbestvõrgul kuumutades, vältides seejuures liiga tormilist keemist.

Pärast õhu eemaldamist püknomeeter jahutatakse (kuumutamise korral), täidetakse kuni märgini 2 tunni jooksul läbikeedetud ja jahutatud destilleeritud veega ning jäetakse 10 minutiks seisma. Kõik püknomeetris ujuvad taimeosakesed ja õhumullikesed eemaldatakse klaaspulga või filterpaberirullikesega, täidetakse uuesti kuni märgini ja kaalutakse (p_{mv}). Seejärel püknomeeter tühjendatakse, loputatakse, täidetakse kuni märgini destilleeritud veega, kuivatatakse ja kaalutakse (p_v). Pärast seda püknomeeter taas tühjendatakse, kuivatatakse, jahutatakse ja kaalutakse (p_o).

Tahke faasi tihedus arvutatakse järgmiselt.

Keha mass (p) on võrdne selle mahu ja tiheduse korrutisega: $p = dV$. Kui on teada absoluutkuiva mulla mass püknomeetris (p), püknomeetri mass koos mulla ja veega (p_{mv}) ja püknomeetri mass veega (p_v), siis arvutuskäik $(p_v + p) - p_{mv}$ annab vee massi, mis arvuliselt on võrdne püknomeetris olnud mulla tahke faasi mahuga (1 cm³ vett kaalub 4 °C juures 1 g). Järelikult saab mulla tahke faasi tiheduse arvutada järgmise valemiga:

$$D_c = \frac{p}{(p_v + p) - p_{mv}}$$

Andmed kantakse järgmisevormilistesse tabelitesse.

Mulla või kasvatuse nimetus (ar)	Mullakiht cm	Alumiiniumtopsi paigutatud mulla mass enne kuivatamist (p_1) g	Alumiiniumtopsi paigutatud mulla mass pärast kuivatamist (p_2) g	Püknomeetrisse paigutatud kuivatamata mulla mass (p_3) g	Absoluutkuiva mulla mass püknomeetris: $p = \frac{p_2 \cdot p_3}{p_1}$ g	Püknomeetri mass (p_o) g	Püknomeetri + mulla mass (p_m) g	Püknomeetri + vee mass (p_v) g	Püknomeetri + mulla + vee mass (p_{mv}) g	Mulla tahke faasi tihedus: $D_c = \frac{p}{(p_v + p) - p_{mv}}$ g/cm ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

1.3. Mulla lasuvustihedus

Mulla lasuvustiheduseks (D_m) nimetatakse 1 cm³ absoluutkuiva mulla massi looduslikus ehituses (lasuvuses) ning seda mõõdetakse g/cm³.

Lasuvustihedus näitab mullaosakeste ja struktuuriagregaatide omavahelist paigutust mullas ning on tähtsaim parameeter, mis iseloomustab mulla kui kasvukeskkonna kobedust või tiheidust. Ta sõltub eelkõige mulla orgaanilise aine ja eriti selle tähtsama koostisosa — huumuse — sisaldusest, struktuursusest, ehitusest ja mehaanilisest koostisest, kuid oluliselt ka sademetest, kasvatatavast kultuurist ja mulla veesisaldusest.

Orgaaniline aine (peamiselt huumus) vähendab mulla lasuvustihedust kahel teel. Esiteks on orgaaniline aine palju kergem kui sama mahuga mineraalosad; teiseks tagab suurem orgaanilise aine sisaldus ka mulla parema struktuursuse ja selle vastupidavuse vee mõjule.

Agrotehnilistest võtetest mõjutab lasuvustihedust kõige enam mullaharimine.

Lasuvustiheduse andmed võimaldavad määrata mulla üldpoorsuse, mahulise niiskusesisalduse (kaaluline niiskusesisaldus peab olema määratud), aeratsiooni ja veega küllastatuse astme %-des ning mulla mahulise toitainete varu.

Seega on lasuvustihedus üks olulisemaid füüsikalisi parameetreid, mis mõjutab paljusid teisi mulla füüsikalisi, keemilisi ja

bioloogilisi omadusi ning iseloomustab hästi taimekasvutingimusi.

Lasuvustiheduse määramiseks kasutatakse enamasti mitmesuguse konstruktsiooni ja mahuga silindreid. Viimasel ajal kasutatakse selleks ka radioisotoopseid meetodeid (tihedusemõõtja ППГР-1).

1.3.1. Mulla lasuvustiheduse määramine silindrite meetodil

Vajalikud vahendid: 1) kindla mahuga silindrid koos muldaviimise seadmega; 2) labidas; 3) joonlaud; 4) laiateraline nuga; 5) alumiiniumtopsid; 6) automaatkaal täpsusega vähemalt 0,1 g; 7) termostaat; 8) eksikaator CaCl_2 -ga; 9) näpitsad.

Et muld pärast proovide võtmist oleks samasuguses murendamata seisundis, nagu ta oli proovilapi mullas enne proovi võtmist, tehakse silindri mulda läbilõikav eesmine äär 0,5 ... 1 mm võrra väiksema läbimõõduga kui silindri ülejäänud osa.

Enne tööle asumist määratakse silindri maht, mulda lõikava osa diameeter ja silindri mass (kui silindril on kaaned, siis koos kaantega) (M_1). Vertikaalsuunas kasutatavad silindrid ühendatakse käepidemega ja surutakse vajalikus sügavuses mulda. Seejärel pööratakse silindrit käepideme abil 1–2 korda päripäeva, et eraldada silindris olev muld aluskihi mullast, ja seejärel tõmmatakse silinderpuur ettevaatlikult mullast välja. Et vältida mulla väljakukkumist silindrist (seda juhtub värskelt haritud mulla korral), võib silindri ühelt küljelt lahti kaevata, seejärel silindris oleva mulla noaga aluskihist lahti lõigata ning (seda vajaduse korral alt kaanega või muu vahendiga toetades) mullast välja tõsta. Siis eemaldatakse silindri otstelt noaga mulla ülejäägid (vältida mulla kumeraks lõikamist!), silinder kaanetatakse (kui tal on kaaned) ja kaalutakse (M_2). Seejärel võetakse 1-cm puuriga kaks mulla-proovi silindri kogu sügavusest mulla absoluutkuiva massi, vajaduse korral (kui uurimistöö eesmärk seda vajab) ka niiskusesisalduse määramiseks.

Arvutuskäik on järgmine.

$$1. \text{ Silindri maht: } V = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot h, \text{ kus}$$

V – silindri maht cm^3 ;

π – 3,14;

d – silindri muldalõikava osa diameeter cm ;

h – silindri kõrgus e. muldaviimise sügavus cm .

$$2. \text{ Mulla niiskus: } V_0 = \frac{m_2 - m_3}{m_3 - m_1} \cdot 100, \text{ kus}$$

V_0 – mulla niiskusesisaldus kaaluprotsentides;

m_1 – tühja alumiiniumtopsi mass g;

m_2 – alumiiniumtopsi + kuivatamata mulla mass g;

m_3 – alumiiniumtopsi + absoluutkuiva mulla mass g.

$$3. \text{ Absoluutkuiva mulla mass: } M = \frac{(M_2 - M_1)(m_3 - m_1)}{m_2 - m_1}, \text{ kus}$$

M – absoluutkuiva mulla mass silindris g;

M_2 – proovivõtmise silindri + mulla mass g;

M_1 – tühja silindri mass g;

m_1 – tühja alumiiniumtopsi mass g;

m_2 – alumiiniumtopsi + kuivatamata mulla mass g;

m_3 – alumiiniumtopsi + absoluutkuiva mulla mass g.

$$4. \text{ Mulla lasuvustihedus: } D_m = \frac{M}{V}, \text{ kus}$$

D_m – mulla lasuvustihedus g/cm^3 ;

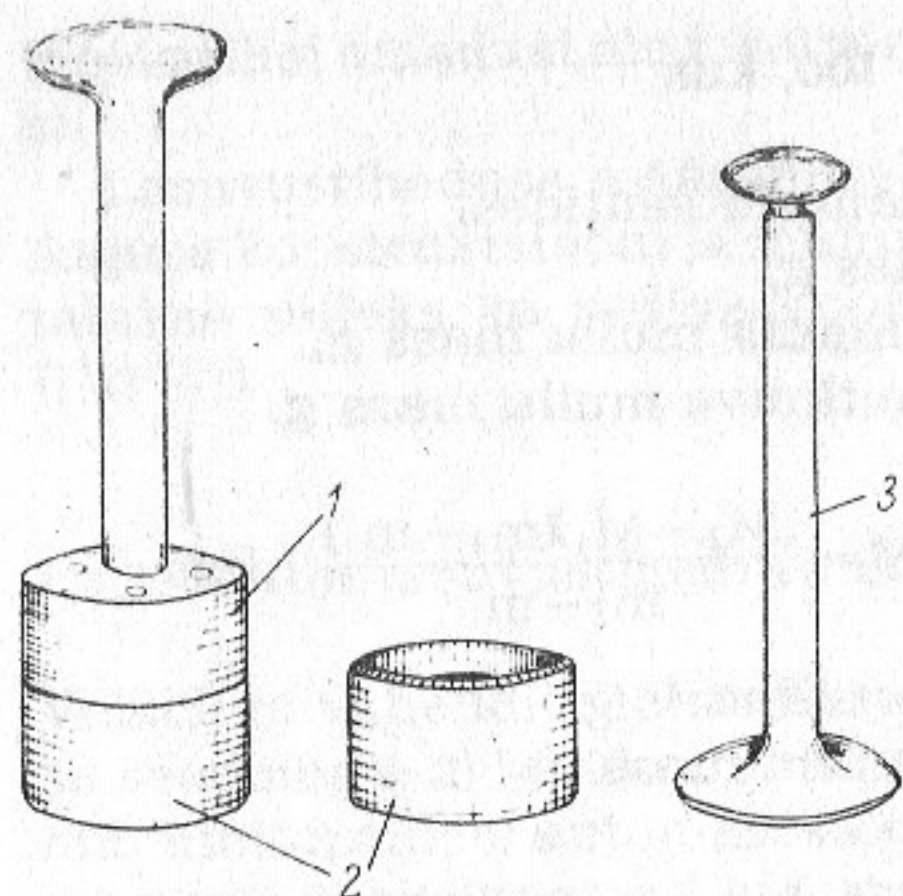
M – absoluutkuiva mulla mass silindris g;

V – silindri maht cm^3 .

Andmed kantakse järgmisevormilisse tabelisse.

Määramise aeg	Mulla või uuritava katsevariandi nimetus	Mullakiht cm	Proovivõtmise silindri nr.	Silindri maht (V) cm^3	Silindri mass (M_1) g	Silindri + mulla mass (M_2) g	Alumiiniumtopsi nr.	Tühja alumiiniumtopsi mass (m_1) g	Alumiiniumtopsi + kuivatamata mulla mass (m_2) g	Alumiiniumtopsi + absoluutkuiva mulla mass (m_3)	Mulla niiskusesisaldus kaaluprotsentides (V_0) %	Absoluutkuiva mulla mass silindris (M) g	Mulla lasuvustihedus (D_m) g/cm^3
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

Kui lasuvustiheduse määramiseks kasutatakse Litvinovi seadet, mille silindri maht on 50 cm^3 , siis võetakse proovid veidi teisiti (joonis 1) ja arvutuskäik on lihtsam, vajalikud vahendid aga on analoogsed.



Joonis 1. Litvinovi seade: 1 — käepidemega juhtsilinder; 2 — proovivõtmise silinder; 3 — tõukur

Kaevatakse labidaga süvend, mille üks sein oleks vertikaalne ja tasane. Seejärel märgitakse joonlaua abil vertikaalseinale proovivõtmise sügavused. Silinder surutakse mulda horisontaalselt mulla pinnaga (risti vertikaalseinaga) nii, et silinder ja 1...1,5 cm käepideme juhtsilindrist täituks mullaga. Seejärel lõigatakse silinder koos selles oleva mullaga noaga mullamassist lahti ja tõstetakse ettevaatlikult mullapinnale. Siis lõigatakse silindri otstest üle ulatuv muld noaga ära (jälgida, et silindri otstes paiknevat mullapinda ei lõigataks kumeraks) ja surutakse tõukuri abil silindrist nummerdatud alumiiniumtopsi. Alumiiniumtops suletakse kaanega ning paigutatakse transpordiks ettenähtud kasti. Proovivõtmise lõppedes (mitte hiljem kui samal päeval) alumiiniumtopsid koos mullaga kaalutakse, paigutatakse termostaati ja kuivatatakse 105 °C juures püsiva massini. Seejärel võetakse alumiiniumtopsid termostaadist, paigutatakse 1...1½ tunniks eksikaatorisse jahtuma ja seejärel kaalutakse.

Et Litvinovi silindrid on väikesemahulised, siis on usutavate andmete saamiseks vaja igast ettenähtud määramiskohast ja -sügavusest võtta vähemalt 6...8 üksikproovi. Litvinovi seade on konstruktsioonilt lihtne ja seda võib oma töökojas valmistada iga uurimisasutus või tootmismajand.

Arvutuskäik on järgmine.

1. Mulla niiskusesisaldus kaaluprotsentides arvutatakse analoogselt eespool tooduga.

2. Mulla lasuvustihedus $D_m = \frac{M}{V} = \frac{m_3 - m_1}{V}$, kus

$M = m_3 - m_1$ — absoluutkuiva mulla mass Litvinovi silindris g;
 m_3 — alumiiniumtopsi + absoluutkuiva mulla mass g;

m_1 — tühja alumiiniumtopsi mass g;

V — silindri maht cm³.

Andmed võib kanda eespool toodud tabelisse (lahtrid 4...7 jäetakse ära).

1.4. Mulla poorsus

Poorsus on üks tähtsamaid mulla füüsikalisi omadusi, mis eristab teda massiivsest kivimist. Muld ilma poorideta oleks taimekasvuks kõlbmatu. Taimekasvuks soodsas hea struktuuriga mullas on kogu pooride maht, nn. **üldine poorsus** (P_u), üle 50 %. Tugevasti tihenenud huumushorisonidiga muldades, mille üldine poorsus on alla 40 %, on poorid väga väikese läbimõõduga, mistõttu on häiritud nii taimede juurestiku kui ka mulla mikroorganismide areng. Uurimised on näidanud, et taimede juurekarvakesed ei kasva pooridesse, mille läbimõõt on alla 0,01 mm, ja nendes poorides puudub praktiliselt ka vee liikumine. Mulla mikroorganismid aga ei asusta poore, mille läbimõõt on alla 0,03 mm.

Üldine poorsus pooride läbimõõdu ja sellest tingitud kapillaarse veetõusu või selle puudumise järgi jaguneb kaheks: **kapillaarne poorsus** (P_k), **mittekapillaarne poorsus** (P_{mk}). Kapillaarse poorsuse moodustavad need väikese läbimõõduga poorid, mis täituvad kapillaarse veetõusu tagajärjel. Mõlema poorsuse alaliigi määramist käsitletakse ehituse määramise käigus (vt. lk. 20).

Peale eeltoodud poorsuseliikide on vaja teada mulla õhusisaldust e. **aeratsiooniastet** (P_{ohk}) ja **veega täidetud poorsust** (P_v). Ka need leitakse mulla ehituse määramise käigus. Veega täidetud poorsus (P_{vesi}) jaguneb veel erinevate veeliikidega täidetud poorsusteks: **seotud veega täidetud poorsus** (P_s), **liikumatu kapillaarveega täidetud poorsus** (P^1_k), **raskesti liikuva kapillaarveega täidetud poorsus** (P^2_k).

Kõiki neid poorsuseliike on võimalik määrata ka eraldi.

1. **Üldine poorsus** (P_u) arvutatakse lasuvustiheduse (D_m) ja mulla tahke faasi tiheduse (D_c) alusel:

$$P_u\% = \frac{D_c - D_m}{D_c} \cdot 100.$$

Üldine poorsus huumushorisondis sõltub eelkõige mulla lasuvustihedusest, mehaanilisest koostisest ja orgaanilise aine sisaldusest, samuti kõlvikust ja rakendatavast agrotehnikast, eriti mullaharimisest.

2. **Seotud veega täidetud poorsus** (P_s) hõlmab tugevasti seotud veega (hügroskoopsusveega) täidetud poorsuse ja nõrgalt seotud

veega täidetud poorsuse. N. Katšinski järgi on seotud vee hulk võrdne **närbumispunkti niiskusega** ja moodustab mitteproduktiivse veevaru.

Seotud veega poorsus arvutatakse maksimaalse hügrokoopuse (W_{mh}) ja lasuvustiheduse (D_m) järgi:

$$P_s \% = \frac{W_{mh} \cdot D_m}{1,5} + \frac{0,5 W_{mh} \cdot D_m}{1,25} = W_{mh} \cdot D_m \left(\frac{1}{1,5} + \frac{0,5}{1,25} \right) = 1,1 W_{mh} \cdot D_m,$$

kus $\frac{W_{mh} \cdot D_m}{1,5}$ — tugevasti seotud veega poorsus ja $\frac{W_{mh} \cdot D_m}{1,25}$ — nõrgalt seotud veega poorsus,

kusjuures tugevasti seotud vee keskmiseks tiheduseks on A. A. Rode järgi võetud $1,5 \text{ g/cm}^3$ ja nõrgalt seotud veel $1,25 \text{ g/cm}^3$.

Seotud veega poorsus sõltub suurel määral mulla mehaanilisest koostisest, olles väiksem kergetes (umbes 1 % piires) ja suurem rasketes muldades (kuni 20 %). P_s alusel arvutatakse mitteproduktiivse vee varu mullas.

3. Liikumatu kapillaarveega täidetud poorsuse (P^1_k) moodustab vee hulk närbumispunkti niiskusest (W_{narb}) kuni maksimaalse molekulaarse veemahutavuseni (W_{mm}).

Arvutatakse järgmiselt.

$$P^1_k \% = (W_{mm} - W_{narb}) \cdot D_m, \text{ kus } W_{narb} = 1,5 \cdot W_{mh}$$

Liikumatu kapillaarvesi on taimedele raskesti omastatav. Kõige väiksem on liikumatu kapillaarveega täidetud poorsus sõredas liivmullas (0,5 ... 3,0 %) ja kõige suurem keskmises liivsavi-mullas (kuni 17 %), kuna rasketes muldades (raske liivsavi ja savi) poorsus uuesti väheneb (10 ... 13 %).

P^1_k alusel arvutatakse taimede poolt raskesti omastatava veevaru suurus.

4. Raskesti liikuva kapillaarveega täidetud poorsus (P^2_k) on taimekasvu seisukohalt üks olulisemaid, sest moodustab taimedele omastatava ja mullas suhteliselt püsiva veevaru.

Arvutatakse järgmiselt.

$$P^2_k \% = (W_v - W_{mm}) \cdot D_m, \text{ kus}$$

W_v — väliveemahutavus %;
 W_{mm} — maksimaalne molekulaarne veemahutavus %;
 D_m — lasuvustihedus g/cm^3 .

Kõige suurem on raskesti liikuva kapillaarveega täidetud poorsus kerge lõimisega muldades, kuna keskmise ja raske lõimisega muldades on see väike ja savimuldades isegi puudub (seal esineb vaid seotud ja liikumatu kapillaarvesi).

P^2_k on aluseks taimede poolt keskmiselt omastatava veevaru arvutamisel.

5. Kergesti liikuva kapillaarveega täidetud poorsus (P^3_k) esineb kapillaarvöötmes ja taimede veega varustamisel tuleb arvesse ainult kõrge põhjaveeseisuga muldades või drenide kaudu niisutamisel.

Arvutatakse järgmiselt:

$$P^3_k \% = (W_k - W_v) \cdot D_m, \text{ kus}$$

W_k — kapillaarne veemahutavus %;

W_v — väliveemahutavus %;

D_m — lasuvustihedus g/cm^3 .

P^3_k % kasutatakse taimede poolt kergesti omastatava veevaru arvutamiseks.

$P_s + P^1_k + P^2_k + P^3_k$ moodustavad kokku kapillaarse poorsuse (P_k), millest oli ka eespool juttu. **Mittekapillaarne poorsus (P_{mk}) on aga üldise poorsuse (P_u) ja kapillaarse poorsuse (P_k) vahe.**

$$P_u = P_k + P_{mk}.$$

6. Mulla õhusisalduse (P_{ohk}) moodustavad õhuga täidetud poorid, millest sõltub mulla õhustatus, aeroobsete mikroorganismide elutegevus ja seega orgaanilise aine lagunemise iseloom ja ulatus. Õhusisaldusest sõltub samuti sademete ja pinnavee filtratsiooni ning mulla ja atmosfääri vahelise gaasivahetuse kiirus.

Muldades, kus põhjavesi on sügaval ja kapillaarvööde mulla-profiili ei ulatu, arvutatakse õhusisaldus järgmiselt:

$$P_{ohk} \% = (W_{maks} - W_v) \cdot D_m, \text{ kus}$$

W_{maks} — täielik veemahutavus %;

W_v — väliveemahutavus %;

D_m — lasuvustihedus g/cm^3 .

Soostunud ja soomuldadele, kus põhjavesi asub kõrgel ja kapillaarvööde ulatub mulla profiili, arvutatakse õhusisaldus järgmiselt:

$$P_{ohk} \% = (W_{maks} - W_k) \cdot D_m, \text{ kus}$$

W_{maks} — täielik veemahutavus %;

W_k — kapillaarne veemahutavus %;

D_m — lasuvustihedus g/cm^3 .

Muldade õhusisaldus sõltub peamiselt mulla lasuvustihedusest, mehaanilisest koostisest, huumusesisaldusest, aga ka kõlvikust ja rakendatud agrotehnikast, eelkõige mulla harimisest jne. Kõige suurema õhusisaldusega on gleistumata liivmullad (22...23 % piires). Saviosakeste sisalduse suurenedes väheneb pidevalt ka õhusisaldus ja kõigub saviliivades 10...18 %, savides aga juba vaid 4...6 % piires.

1.5. Mulla faasiline ehitus

Mulla tahke faasi ja erinevat liiki pooride mahulist vahetorda nimetatakse mulla ehituseks. See määratakse mullaagregaatide ja -osakeste vastastikuse asetusega ja sõltub paljudest teguritest, eelkõige aga mulla mehaanilisest koostisest, struktuurist, mulla harimise ajast ja viisist, aga ka taimede juurestiku arengust ning mullafauna tegevusest. Mulla ehitus avaldab suurt mõju mulla vee- ja õhurežiimile, bioloogiliste protsesside intensiivsusele, mulla ja atmosfääri vahelisele gaasivahetusele ning veel mitmetele teguritele.

Arusaamatuse vältimiseks tuleb märkida, et mullateaduses mõistetakse mulla ehituse all geneetiliste horisontide kindlat väljakujunenud vaheldumist vertikaalsuunas.

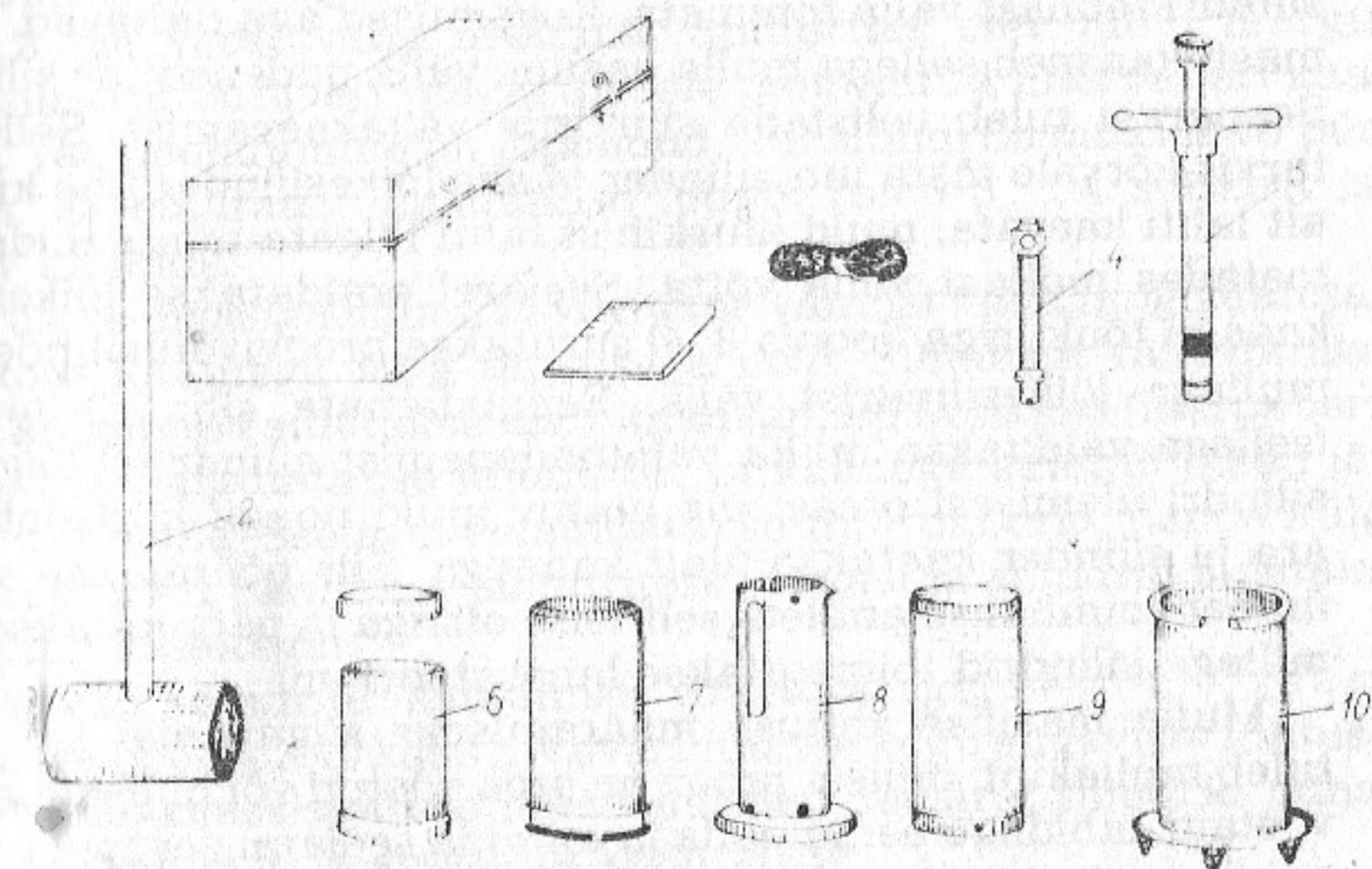
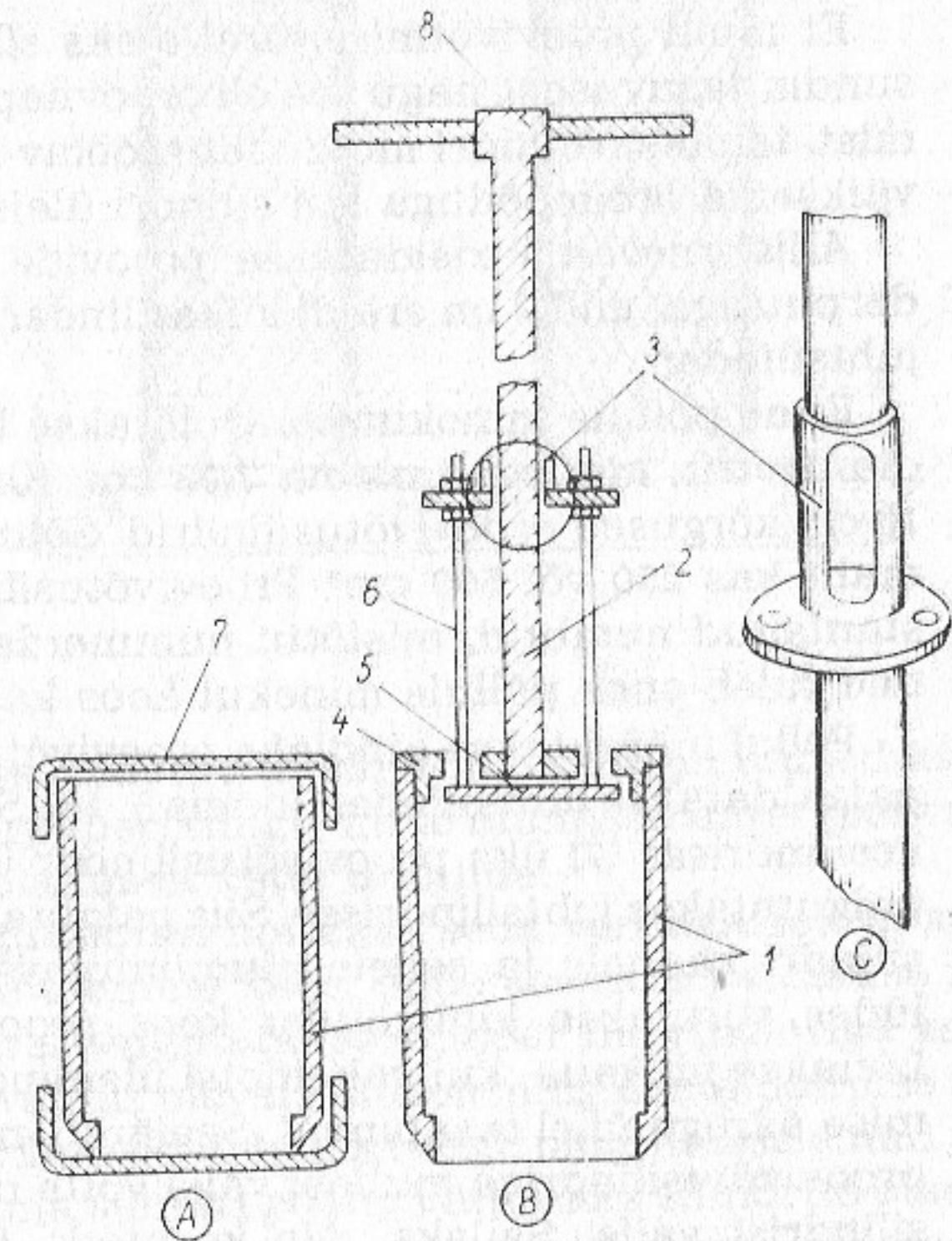
1.5.1. Mulla faasilise ehituse määramine silinderpuuriga

Vajalikud vahendid ja seadmed: 1) silinderpuur; 2) kaalud täpsusega vähemalt 0,1 g; 3) kast proovivõtmise silindrite paigutamiseks; 4) mullanuga; 5) labidas; 6) vähemalt 12 cm pikkune puur Ø-ga 1–1,5 cm; 7) filterpaber; 8) vann mulla veega küllastamiseks; 9) alumiiniumtopsid; 10) eksikaator CaCl_2 -ga.

Mulla faasilise ehituse määramiseks kasutatakse mitmesuguse konstruktsiooniga silinderpuure (enam tuntud on Nekrassovi, Lebedevi ja Katšinski silinderpuurid), mille proovivõtmise silindrite kõrgus on enamasti 5 või 10 cm ning maht 100, 200, 500 või 1000 cm^3 . Suurema mahuga silindrid võimaldavad küll suuremat määramistäpsust, kuid neid on tülikas kasutada. Väikesemahulisi silindreid on mugavam kasutada, kuid seejuures on vajalik suurendada võetavate proovide arvu.

Silinderpuure on põhiliselt kahte tüüpi. Ühtedel on silindrid tugevaseinalised, mis ühel ajal täidavad nii lõikesilindri kui ka proovivõtusilindri ülesannet (joonis 2). Teistel on eraldi tugevaseinaline lõikesilinder ja selle sisse paigutatavad õhemad proovivõtmise silindrid. Selline on Katšinski silinderpuur (joonis 3).

Joonis 2. Silinderpuur: A – silinder koos kaantega; B – silinderpuur; C – liikuv muhv; 1 – silinder; 2 – juhtvarras; 3 – liikuv muhv; 4 – juhtvarda põsed; 5 – tugiplaat; 6 – tugivarras; 7 – kaas; 8 – juhtvarda käepide



Joonis 3. Katšinski silinderpuur: 1 – kast Katšinski silinderpuuri paigutamiseks; 2 – alumiiniumvasar; 3 – labidas; 4 – tõmbits; 5 – väike – 1...1,5 Ø-ga puur; 6 – proovivõtmise silinder koos kaantega; 7 – lõikesilinder; 8 – tõukur; 9 – vahetloks; 10 – juhtsilinder

Et muld proovivõtmise järel oleks silindris samasuguses seisundis (lasuvuses), nagu see oli proovilapi mullas enne proovi võtmist, tehakse silindri mulda lahtilõikav eesmine osa 1 mm võrra väiksema läbimõõduga kui silindri ülejäänud osa.

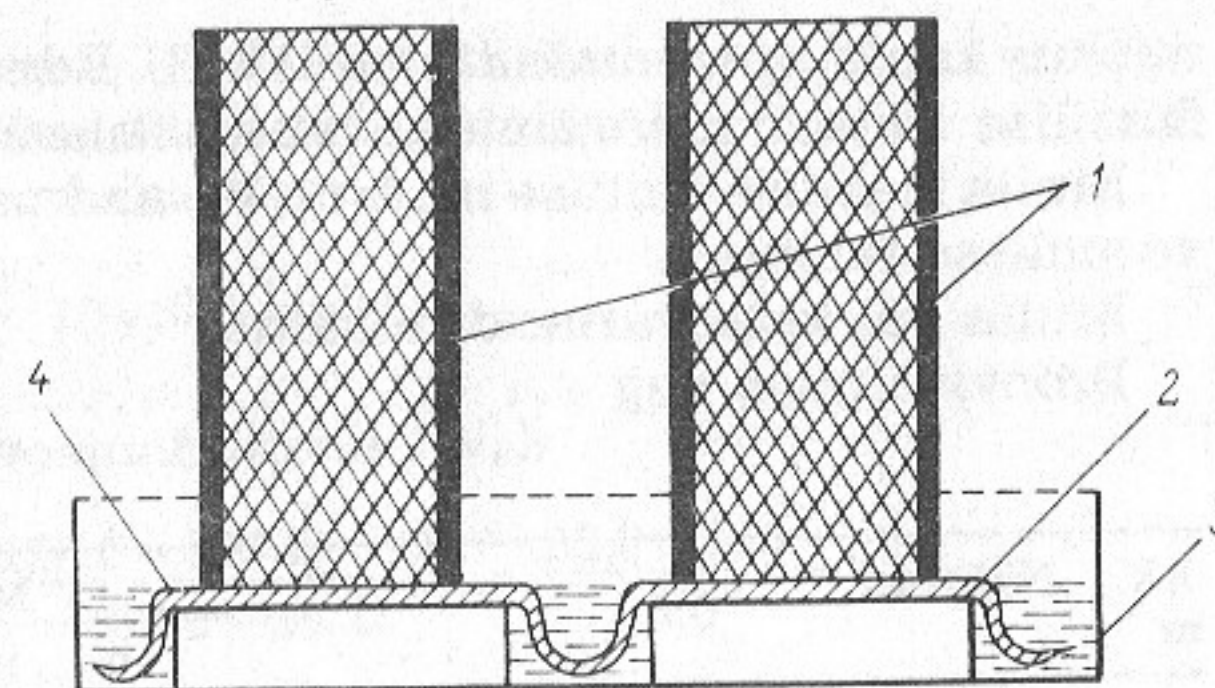
Alljärgnevalt kirjeldatakse proovide võtmist Katšinski silinderpuuriga, millel on eraldi lõikesilinder, proovivõtusilinder ja ka juhtsilinder.

Enne põllule minekut kontrollitakse lõikesilindri eesmise osa diameetrit, mis peab olema 7,98 cm. Katšinski seadmel on 5 ja 10 cm kõrgused proovivõtusilindrid. Sõltuvalt sellest on ka nende maht kas 250 või 500 cm³. Proovivõtusilindritel on juba tehases stantsitud numbrid, mistõttu nummerdamine pole vajalik, kuid nad tuleb enne põllule minekut koos kaantega kaaluda (M_1).

Põllul määratakse kindlaks proovivõtmise koht, kuhu seejärel paigaldatakse juhtsilinder (joonis 3, 10). Seejärel paigutatakse lõikesilindrisse (7) üks proovivõtusilinder (6), kaetakse kaanega ja paigutatakse juhtsilindrisse. Siis paigutatakse vaheklots (3) lõikesilindri kaanele ja sellele alumiiniumvasara (2) või puunuiaga lüües surutakse juhtsilinder koos proovivõtusilindriga mulda. Lüüakse nii kaua, kui vaheklotsi ülemine äär on juhtsilindri ülemise äärega ühel tasapinnal. Seejärel on tarvis juhtsilinder koos proovivõtusilindriga mullast välja võtta nii, et mulda ei pudeneks silindrist välja. Selleks võib kasutada tõmbitsat, millega saab silindri mullast välja tõmmata. Kogemused aga näitavad, et enamasti kaasneb sellega mulla osaline välja pudenemine silindrist. Seepärast tuleb eelistada silindrite väljakaevamist. Selleks on tarvis kõrvale tõsta juhtsilinder ja siis lõikesilinder ühe külje pealt lahti kaevata, muld aluskihist lahti lõigata ning labidaga alt toetades mullast välja võtta. Seejärel eraldatakse lõikesilindri kaas ja tõukuriga (joonis 3, 8) surutakse proovivõtusilinder koos mullaga lõikesilindrist välja. Eemaldamata silindrit tõukurilt (sellega välditakse mulla väljapudenemist silindrist) lõigatakse silindri ülemisest otsast üle ulatuv muld noaga horisontaalselt ära ja silinder kaetakse ülalt kaanega. Siis pööratakse silinder ümber, toimitakse analoogselt teise otsaga ja paigutatakse kasti, millega silindrid toimetatakse laboratooriumi.

Mulla faasilise ehituse määramiseks sügavamal kui 10 cm tuleb mullakiht, millest proov on juba võetud või millest proovi ei võetagi, labidaga eemaldada ja toimida seejärel eespool tooduga analoogselt. Muidugi on töömaht sel juhul märgatavalt suurem. Proovivõtmise lõppedes (mullaproovide kuivamise vältimiseks ei tohiks see kesta üle 4...5 tunni) viiakse silindrid koos mullaga laboratooriumi, kaalutakse (M_2) ning paigutatakse vanni (joonis 4) kapillaarse veemahutavuse määramiseks. Vann olgu veega

Joonis 4. Vann koos silindritega kapillaarse veemahutavuse määramiseks: 1 – proovivõtmise silindrid koos mullaga; 2 – vanni paigutatud alused; 3 – vann veega; 4 – filterpaber



ligikaudu 2/3 ulatuses täidetud ja sinna paigutatud alused kaetud 3...4-kordse filterpaberikihi, mille alumised ääred peavad vähemalt 4...5 cm pikkuselt vette ulatuma.

Silindri vanni paigutamisel hoitakse seda vertikaalselt ja kõigepealt eemaldatakse ülemine kaas, mille asemele pannakse filterpaberi tükk. Seejärel paigutatakse silinder filterpaberiga kaetud otsaga allapoole vannis olevale alusele ning eemaldatakse ka silindri teine kaas. Et kaaned ei läheks segi, paigutatakse nad tagurpidi pööratuna sama silindri peale. Vältimaks silindrite otsest kokkupuudet veega, peavad vanni asetatud alused vähemalt 2...3 cm veest välja ulatuma. Silindrites olev muld märgub (kapillaarid täituvad veega) alusele paigutatud filterpaberi kaasabil. Vee imendumine on lõppenud, kui silindrite mass jääb püsivaks. Et määrata imendumise lõppu, tuleb 3...4 silindrit iga päev kaaluda.

Püsiva massiga silindrid võetakse vannist välja ning kaalutakse koos kaantega 0,1-g täpsusega (M_3). Silindrite väljavõtmisel nad kõigepealt suletakse ülalt kaanega, all hoitakse filterpaberit. Silindrid paigutatakse lauale nii, et kaanega suletud otsad jäävad allapoole. Seejärel eemaldatakse filterpaberid, nende külge jäänud muld pannakse silindritesse tagasi ja silindrid suletakse ka ülalt kaantega.

Pärast silindrite kaalumist võetakse igaühelt 1...1½-cm puuriga (joonis 3, 5) kaks proovi silindrite kogu sügavuse ulatuses mulla niiskusesisalduse määramiseks. Seejärel silindrid puhastatakse mullast, pestakse ja kaalutakse.

Võetud mullaproovid paigutatakse varem kaalutud alumiiniumtopsidesse (m_1), suletakse kaanega, kaalutakse 0,1-g täpsusega, kuivatatakse kuivatuskapis 105 °C juures (kaaned paigutatud põhja alla), kuni mass jääb püsivaks, ning arvutatakse mulla

niiskuse kaaluprotsentides (peatükk II). Edasi järgneb juba mulla faasilise ehituse määramise arvutuslik osa.

Mulla faasilise ehituse määramise andmed kantakse järgmise vormilisse tabelisse.

Mulla või katsevariandi nimetus:

Proovivõtmise aeg

Jrk nr	Näitajad	Mulla kihid cm	
		0 ... 10	11 ... 20
1	2	3	4
1.	Proovivõtusilindri nr.	1	10
2.	Tühja silindri mass (M_1) g	170,0	169,5
3.	Silindri kõrgus (h) cm	10	10
4.	Lõikesilindri muldalõikava osa diameeter (d) cm	7,98	7,98
5.	Silindris oleva mulla maht (V) cm^3	500	500
6.	Silindri mass koos mullaga enne vee kapillaarset imendumist (M_2) g	930,5	1025,0
7.	Silindri mass koos mullaga pärast vee kapillaarset imendumist (M_3) g	1052,7	1112,7
8.	Alumiiniumtopsi nr.	20	29
9.	Alumiiniumtopsi mass (m_1) g	38,2	38,0
10.	Alumiiniumtopsi + märja mulla mass (m_2) g	126,5	132,2
11.	Alumiiniumtopsi + absoluutkuiva mulla mass (m_3) g	103,2	110,5
12.	Kapillaarne veemahutavus (W_k) %	35,8	30,1
13.	Absoluutkuiva mulla mass silindris (M) g	650,0	725,0
14.	Mulla lasuvustihedus (D_m) g/cm^3	1,30	1,45
15.	Mulla tahke faasi maht (V_1) %	245,3	273,6
16.	Vee mass mullas pärast veega küllastumist (M_4) g	232,7	218,2
17.	Mulla üldine poorsus (P_u) %	50,9	45,3
18.	Kapillaarne poorsus (P_k) %	46,5	43,6
19.	Mittekapillaarne poorsus (P_{mk}) %	4,4	1,7
20.	Mullaniiskus kaaluprotsentides proovi võtmisel (V_o) %	17,0	18,0
21.	Mulla õhusisaldus (P_{ohk}) % e. aeratsioonistaste	56,6	42,4
22.	Mulla veega küllastumise aste (P_{vesi}) % e. veega täidetud poorid	43,4	57,6
23.	Üldine veevaru uuritava mullakihi (W_{uv}) mm või m^3/ha	22,1 mm e. 221 m^3/ha	26,1 mm e. 261 m^3/ha

Näitajate arvutamine 0 ... 10 - cm kihile.

Mulla tahke faasi tihedus on $2,65 \text{ g/cm}^3$:

1) silindris oleva mulla maht (V):

$$V = \pi \frac{d^2}{4} \cdot h = \frac{3,14 \cdot 7,98^2}{4} \cdot 10 = 500 \text{ (cm}^3\text{)};$$

2) mulla kapillaarne veemahutavus (W_k):

$$W_k^{\%} = \frac{m_2 - m_3}{m_3 - m_1} \cdot 100 = \frac{(126,5 - 103,2) \cdot 100}{(103,2 - 38,2)} = \frac{23,3 \cdot 100}{65,0} = 35,8;$$

3) absoluutkuiva mulla mass silindris (M):

$$M = \frac{(M_3 - M_1) \cdot (m_3 - m_1)}{m_2 - m_1} = \frac{(1052,7 - 170) \cdot (103,2 - 38,2)}{126,5 - 38,2} = 650 \text{ (g)};$$

4) vee mass mullas pärast veega küllastamist (M_4):

$$M_4 = M_3 - M - M_1 = 1052,7 - 650,0 - 170,0 = 232,7 \text{ (g)};$$

5) mulla lasuvustihedus (D_m) g/cm^3 on absoluutkuiva mulla massi

(M) suhe tema mahtu (V):

$$D_m = \frac{M}{V} = \frac{650}{500} = 1,30 \text{ (g/cm}^3\text{)};$$

6) mulla tahke faasi maht (V_1) on võrdne silindris oleva absoluutkuiva mulla massi (M) ja mulla tahke faasi tiheduse (D_c) jagatisega:

$$V_1 = \frac{M}{D_c} = \frac{650}{2,65} = 245,3 \text{ (cm}^3\text{)}$$

või %-des mulla mahust (V)

$$V_1^{\%} = \frac{M \cdot D_c}{V} \cdot 100 = \frac{245,3}{500} \cdot 100 = 49,1;$$

7) mulla üldine poorsus (P_u) on mulla mahu (V) ja tahke faasi mahu (V_1) vahe:

$$P_u = V - V_1 = 500 - 245,3 = 254,7 \text{ (cm}^3\text{)}$$

või väljendatuna %-des mulla mahust

$$P_u^{\%} = \frac{V - V_1}{V} \cdot 100 = \frac{254,7}{500} \cdot 100 = 50,9;$$

kui on teada tahke faasi maht %-des, võib üldise poorsuse arvutada nii:

$$P_u^{\%} = 100 - V_1 = 100 - 49,1 = 50,9;$$

8) Kapillaarne poorsus (P_k) on võrdne vee mahuga mullas pärast selle veega küllastumist (M_4), sest 1 cm³ vee mass on 4 °C juures 1 g:

$P_k = M_4 = 232,7$ (cm³) või väljendatuna %-des mulla mahust

$$P_k \% = \frac{M_4}{V} \cdot 100 = \frac{232,7}{500} \cdot 100 = 46,5;$$

9) mittekapillaarne poorsus (P_{mk}) on üldise poorsuse (P_u) ja kapillaarse poorsuse (P_k) vahe:

$$P_{mk} \% = P_u - P_k = 50,9 - 46,5 = 4,4;$$

10) mullaniiskus kaaluprotsentides proovi võtmisel (V_o):

$$V_o \% = \frac{(M_2 - M_1) - M}{M} \cdot 100 = \frac{(930,5 - 170,0) - 650,0}{650,0} \cdot 100 =$$

$$= \frac{110,5}{650,0} \cdot 100 = 17;$$

11) mulla õhusisaldus e. aeratsiooniaste (P_{ohk}) % näitab pooride mahtu, mis on proovi võtmisel õhuga täidetud (P_u väärtus võetakse cm³-tes):

$$P_{ohk} \% = \frac{P_u - (M_2 - M_1 - M)}{P_u} \cdot 100 = \frac{254,7 - (930,5 - 170,0 - 650,0)}{254,7} \cdot 100 =$$

$$= \frac{254,7 - 110,5}{254,7} \cdot 100 = \frac{144,2}{254,7} \cdot 100 = 56,6;$$

12) mulla veega küllastumise aste (P_{vesi}) % näitab pooride mahtu, mis on proovi võtmisel veega täidetud (P_u väärtus võetakse cm³-tes):

$$P_{vesi} \% = \frac{(M_2 - M_1 - M)}{P_u} \cdot 100 = \frac{930,5 - 170,0 - 650}{254,7} \cdot 100 =$$

$$= \frac{110,5}{254,7} \cdot 100 = 43,4; \text{ kui õhusisaldus (\%)} \text{ on teada,}$$

$$\text{siis } P_{vesi} \% = 100 - P_{ohk} = 100 - 56,6 = 43,4;$$

13) üldine veevaru uuritavas mullakihis (W_{uv}) mm või m³/ha:

$$W_{uv} = \frac{V_o \cdot D_m \cdot h}{10} = \frac{17,0 \cdot 1,30 \cdot 10}{10} = 22,1 \text{ mm e. } 221 \text{ m}^3/\text{ha},$$

kus

h — uuritava mullakihi tusedus ja

10 — tegur m³-te ümberarvutamiseks mm-tekks.

Määramistulemuste põhjal võime väita, et uuritud 0 ... 10-cm mullakihis on optimaalsele lähedane tihedus, poorsus ja niiskus. Et tegemist on mitte just hea struktuuriga raske liivasavimullaga, siis on mittekapillaarne poorsus suhteliselt väike (4,4 %).

Nagu eeltoodust selgub, võimaldab mulla faasilise ehituse määramine leida enamiku olulisemaid mulla hüdrofüüsikalisi parameetreid ja antud ajamomendil põhjalikult iseloomustada uuritava mulla vee- ja õhurežiimi.

1.6. Mulla struktuursus

Mulla struktuuri all mõistetakse erineva suuruse, kuju, kõvaduse ja sidususega mulla algosakeste (mehaaniliste elementide) või mullaagregaatide kooslust. Mullaagregaadid koosnevad mulla algosakestest või mikroagregaatidest, mis on üksteisega ühinenud kolloidide koagulatsiooni, kleepumise, mehaanilise surve või bioloogilise toime tulemusena.

Mulla struktuursuse all mõistetakse mulla omadust koosneda erineva suurusega mullaagregaatidest.

Seega võime, vastavalt mulla struktuurile, jaotada mullad struktuurseteks (koosnevad mullaagregaatidest) ja struktuurituteks (koosnevad mulla algosakestest). Paljud mullad on vahepealsete omadustega.

Struktuuritu muld võib olla põhiliselt kahte tüüpi.

1. Üksikteraline, mispuhul iga mullaosake (mehaanilise koostise algosake) on omaette (joonis 5, 1). Selline seisund esineb tüüpiliselt struktuuritus liivamullas.

2. Massiivne, mille korral mulla mehaanilised algosakesed on liitunud ühtseks massiks (joonis 5, 2). Seesugune seisund on tüüpiline struktuuritus savimullas.

Sõltuvalt liiva- ja saviosakeste vahekorraest esineb ka mitmesuguseid üleminekutüüpe.

Agronoomiliselt on kõige väärtuslikum teraline struktuur. Seal on mulla algosakesed liitunud sfäärilisteks, ligilähedaselte rakujulisteks agregaatideks. Struktuuriagregaatide vahel on



Joonis 5. Struktuuritu mulla tüübid: 1 — üksikteraline; 2 — massiivne.

suured, valdavalt mittekapillaarsed poorid, agregaatide sees aga väiksema läbimõõduga, peamiselt kapillaarsed poorid. Niisugune struktuur on taimekasvu seisukohalt kõige soodsam, sest sellises mullas on üheaegselt nii õhku kui ka vett. Nimelt agregaat seob oma kapillaarides vett, õhk aga tsirkuleerib agregaatidevahelistes mittekapillaarsetes poorides. Teraline struktuur esineb peamiselt A₁-horisondis ja eriti hea poorsuse korral kutsutakse seda **sõmeraliseks struktuuriks**.

Struktuurne muld võib muutuda struktuurituks ja kaotada oma soodsad füüsikalised ning bioloogilised omadused intensiivse tallamise tagajärjel veojõuallikate käiguosadega, seda eriti liigniiskuse korral.

Mullaagregaatide suuruse järgi klassifitseeritakse mulla struktuuri järgmiselt:

- panklik struktuur — Ø-ga üle 10 mm;
- makrostruktuur — Ø-ga 0,25 ... 10 mm;
- jäme mikrostruktuur — Ø-ga 0,01 ... 0,25 mm;
- peen mikrostruktuur — Ø alla 0,01 mm.

Vastupidavuse järgi vee mõjule võime struktuuriagregaadid jaotada

— pseudoagregaatideks, mis vee mõjul kergesti algosadeks lagunevad;

— suhteliselt veekindlateks agregaatideks, mis rakendatava määramismenetluse käigus vee mõjul ei lagune.

Mullaharimisel peenestunud muld koosneb enamasti pseudoagregaatide ja suhteliselt veekindlate agregaatide segust mitmesuguses vahekorras. Agrotehnilisest aspektist tuleb kõige väärtuslikumaks pidada selliseid agregaatide, mis vee mõjule on vastupidavamad. Mullaagregaatide võimet vastu pidada vee murendavale-lõhustavale mõjule nimetatakse **struktuuri suhteliseks veekindluseks**. Seega on mulla struktuuri kõige tähtsam omadus selle vastupidavus vee murendavale-lõhustavale mõjule. Vähesed veekindlusega struktuuriagregaadid lagunevad vihma mõjul kergesti. Tekkiv struktuuritu mullamass täidab ülemise mullakihi poorid, mille tagajärjel halveneb mulla õhu- ja veerežiim ning kuivamisel tekib mullapinnale koorik, mis halvendab veelgi taimede kasvutingimusi.

Mullaagregaatide veele vastupidavus sõltub paljudest teguritest, millest tähtsamad on mulla mehaaniline koostis, savi- ja ioneosakeste omadused ja ionide koosseis, mulla orgaanilise aine kvaliteet ning mikroorganismide liigiline koosseis ja arvukus.

1.6.1. Mulla makroagregaatide (makrostruktuuri) kvantitatiivne ja kvalitatiivne analüüs N. Savvinovi meetodil

Vajalikud vahendid: 1) mullasõelad avadega 10; 7; 5; 3; 2; 1; 0,5 ja 0,25 mm; 2) kühvel; 3) kaalud täpsusega vähemalt 0,1 g; 4) üheliitrine klaassilinder; 5) ligikaudu 50-cm Ø-ga 50 ... 60 cm sügavune nõu; 6) portselan- või alumiiniumnõukesed; 7) vee- või liivavann; 8) näpistangid; 9) valamu; 10) kell; 11) käterätt; 12) kork liitrise silindri sulgemiseks; 13) labidas.

Makroagregaatseks analüüsiks võetakse uuritavast mullakihist (tavaliselt kogu künnikihist) kas labida või kühvliga usutavate andmete saamiseks vajalik arv proove, millest moodustatakse 3 ... 4-kg keskmine proov. Keskmistel proovidel lastakse suurte mullapankade purustamiseks labidas 1 m kõrguselt kukkuda ja seejärel peenendatakse purunemata jäänud suured mullatükid käsitsi, kuid nii, et mulda seejuures ei hõõrutaks ega tugevasti muljutaks. Sel viisil saadud proovid kuivatatakse õhukuivaks ja seejärel tehakse määramised.

Esmalt tehakse **makrostruktuuri kvantitatiivne analüüs e. kuivisõelumine**, mille käigus määratakse struktuuriagregaatide fraktsiooniline koostis.

Analüüsiks võetakse tavaliselt 0,5 või 1 kg mulda, paigutatakse sõelkomplekti ülemisele 10-mm avadega sõeltele ja kaetakse kaanega. Ka alt suletakse sõeltekomplekt nõuga ja seejärel sõelutakse kas käsitsi või mehaanilise loksutiga. Sõeluda (loksutada) tuleb rahulikus tempos (ligikaudu üks edasi-tagasi-liigutus sekundis), niikaua kui kõik mullaagregaadid on paigutatud nende läbimõõdule vastavale sõelale. Selleks kulub sõltuvalt mulla proovi massist ja mulla iseärasustest 30 ... 60 sekundit. Liigset loksutamist tuleb vältida, sest sellega kaasneb mullaagregaatide tolmustumine. Pärast sõelumist valatakse sõeltele jäänud mullaagregaadid (iga fraktsioon eraldi) nummerdatud portselan- või alumiiniumkausikestesse ja kaalutakse ning arvutatakse fraktsioonide protsendiline sisaldus proovi kogumassis. Alla 0,25-mm mullaosakesi, mis kogunevad sõeltekomplekti põhja, ei kaaluta, sest sõelumisel läheb tolmu paratamatult kaduma ja andmed ei klapiks. Seepärast arvutatakse alla 0,25-mm osakeste sisaldus vahena:

$$x_0 = 100 \% - (x_1 + x_2 + x_3 \dots), \text{ kus}$$

$x_1; x_2; x_3 \dots$ — sõeltele jäänud erinevate fraktsioonide sisaldus %-des.

Määramised tehakse kahes korduses ja arvutatakse keskmine.

Saadud keskmised andmed kantakse järgmisevormilisse tabelisse, mille teine pool on ette nähtud veekindlate agregaatide määramisandmete sissekandmiseks.

Mulla nimetus või katsevariandi nr.
 Mullaproovi võtmise koht
 Aeg
 Kuivisõelumiseks võetud mulla mass g

Mullaagregaatide mõõtmised mm	Makrostruktuuri kvantitatiivne analüüs e. kuivisõelumine					Märgsõelumiseks võetud mullaagregaatide mass g	Makrostruktuuri kvalitatiivne analüüs e. märgsõelumine e. suhteliselt veekindlate mullaagregaatide määramine				
	Taara		Kausi mass koos mullaagregaatidega g	Mullaagregaatide mass g	Mullaagregaatide sisaldus %		Taara		Kausi mass koos mullaagregaatidega g	Mullaagregaatide mass g	Mullaagregaatide sisaldus %
	Kausi nr.	Mass g					Kausi nr.	Mass g			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
> 10	1	140,8	182,1	41,3	8,3	2,1	9	141,6	141,6	-	-
10 ... 7	2	141,0	201,6	60,6	12,1	3,0	10	140,3	141,2	0,9	3,6
7 ... 5	3	141,2	223,9	82,7	16,5	4,1	11	139,9	142,2	2,3	9,2
5 ... 3	4	140,5	238,6	98,1	19,6	4,9	12	142,1	147,2	5,1	20,4
3 ... 2	5	142,0	261,8	119,8	24,0	6,0	13	141,1	147,0	5,9	23,6
2 ... 1	6	141,8	180,4	38,6	7,7	1,9	14	140,3	148,3	4,0	16,0
1 ... 0,5	7	140,3	161,7	21,4	4,3	1,1	15	142,7	146,0	3,3	13,2
0,5 ... 0,25	8	141,5	160,4	18,9	3,8	1,0	16	140,0	141,5	1,5	6,0
< 0,25	fraktsiooni ei kaaluta, vaid arvutatakse		-	18,6	3,7	-	-	-	-	-	8,0
Kokku	x	x	x	500,0	100,0	24,1				-	100,0

Edasi järgneb mullaagregaatide kvalitatiivne analüüs e. märgsõelumine e. suhteliselt veekindlate agregaatide määramine.

Selleks koostatakse kaks 25-g massiga keskmist proovi, mis saadakse sel teel, et igast fraktsioonist võetakse mulda g-des arvukselt 1/4 protsendilisest sisaldusest. Näiteks kui muld sisaldab 8 ... 3-mm mullaagregaatide 24,0 %, siis sellest fraktsioonist võetakse proov 6,0 g. Et vältida sõela ummistumist, ei võeta analüüsiks alla 0,25-mm fraktsiooni, kuid veekindlate agregaatide protsendi arvestamisel võetakse 100 % = 25 g.

Sel viisil saadud keskmine proov paigutatakse liitrise mahuga klaassilindrisse, täidetakse 2/3 ulatuses veega ja jäetakse 10 minutiks seisma, et mullast eralduks õhk. Õhu eraldumise kiirendamiseks mullast suletakse silinder 1 ... 2 minuti pärast korgiga ja kallutatakse aeglaselt horisontaalasendisse ning seejärel tagasi vertikaalasendisse. 10 minuti möödudes valatakse silinder vett täis, suletakse korgiga, pööratakse põhjaga üles ja hoitakse selles asendis mullaagregaatide põhimassi allavajumiseni (selleks kulub 4 ... 5 sekundit). Seejärel pööratakse silinder uuesti põhjaga allapoole ja hoitakse niisama kaua. Nõnda toimitakse 10 korda. Siis paigutatakse silinder (põhi ülespoole) sõelte komplekti kohale (samad sõelad mis kuivisõelumisel), mis asub veega täidetud vannis. Silindri suu avatakse vee all kiire liigutusega (kork eemaldatakse) ja silindrist välja valgub muld jaotatakse ühtlaste ringikujuliste liigutustega ülemisele sõelale. Kui kõik agregaadid on silindrist sõelale valgunud (selleks kulub 40 ... 60 sekundit), siis silinder suletakse, pööratakse põhjaga allapoole ja jäetakse vertikaalasendis seisma. Sõelte komplektile viidud muld sõelutakse vees. Selleks kergitatakse sõelte komplekti aeglaselt 5 ... 6 cm võrra ja lastakse siis kiiresti 3 ... 4 cm võrra tagasi. Nii toimitakse 10 korda 2 ... 3-sekundiste vaheaegade järel. Seejärel võetakse üle 2 mm sõelad koos neile jäänud mullaagregaatidega veest välja, ülejäänud sõelu aga liigutatakse analoogselt veel 5 korda ja võetakse siis samuti veest välja.

Sõeltele jäänud mullaagregaadid pestakse valamukohal vee pudeli ja sifooni abil veejoaga kaalutud ja nummerdatud portselan- või alumiiniumkaussidesse, lastakse mullaosakeste settimiseks mõni minut seista, valatakse vaba vesi ära, ülejäänud vesi aurutatakse vee- või liivavannil või lastakse aurata (selleks kulub paar päeva), kuivatatakse õhukuivaks ja kaalutakse. Andmed kantakse eespool toodud tabeli parempoolsesse ossa. Arvutatakse fraktsioonide protsendiline sisaldus, milleks õhukuiv mass (g) korrutatakse neljaga.

**1.6.2. Mulla makroagregaatide kvalitatiivne analüüs
(suhteliselt veekindlate mullaagregaatide määramine)
Bakšejevi aparaadiga**

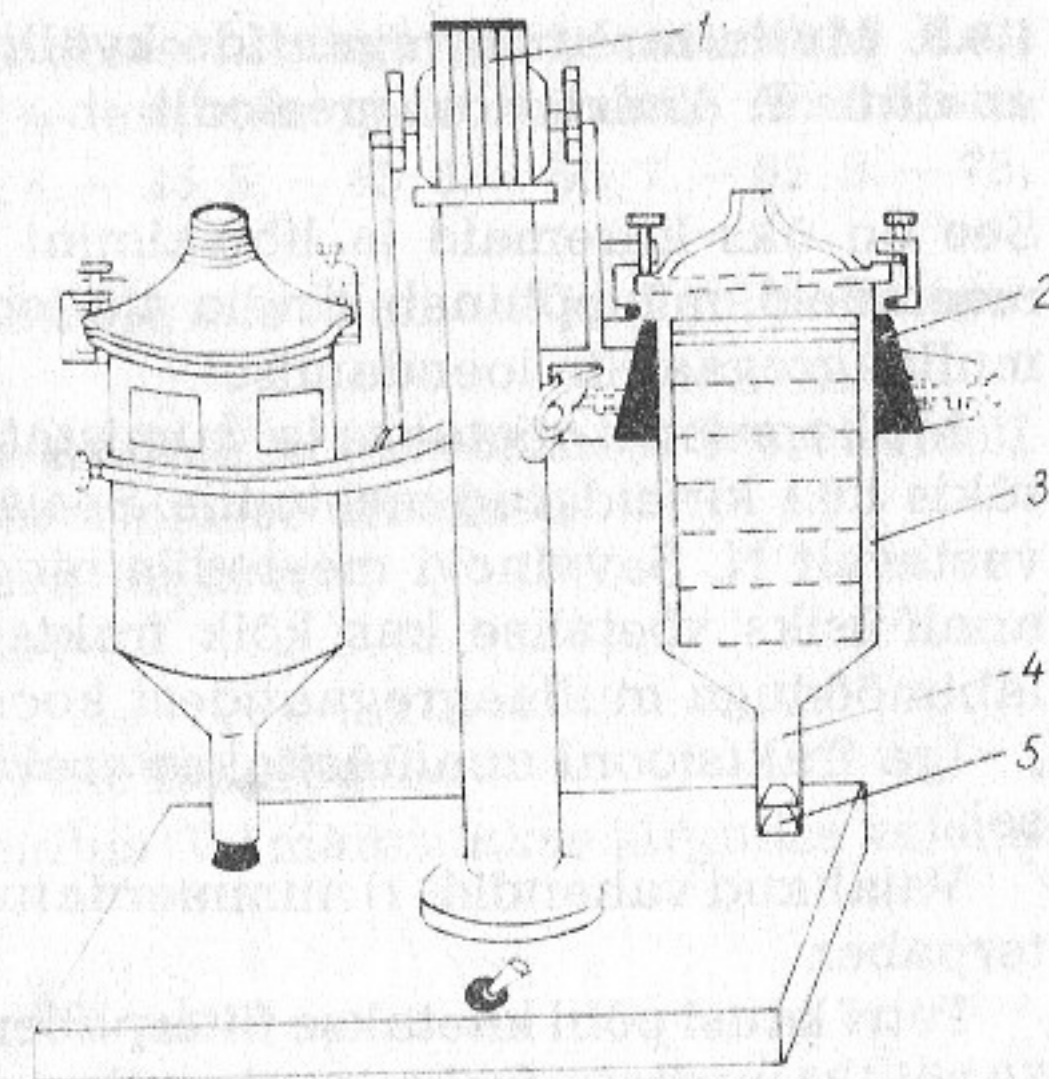
Vajalikud vahendid: 1) Bakšejevi aparaat; 2) kaalud täpsusega vähemalt 0,1 g; 3) valamu; 4) nummerdatud portselan- või alumiiniumkausid; 5) alus Bakšejevi aparaadi silindrite paigutamiseks; 6) 0,75...1,0-l mahtuvusega nõu silindrite tühjendamiseks; 7) liiva- või veevann; 8) sifooniga veepudel; 9) käterätik.

Bakšejevi aparaat (joonis 6) koosneb alusele kinnitatud püstikust elektrimootori ja kahe pesaga, millesse on kinnitatud silindrid. Silindrid on ülalt kaanega suletavad, alumised, torujad osad suletakse kummikorgiga. Silindritesse on paigutatud sõelte komplekt, kuhu kuuluvad sõelad avadega 7; 5; 3; 1; 0,5 ja 0,25 mm. Elektrimootori abil, mis töötab tavaliselt 220-voldisel pingel, pannakse silindrid vertikaalasendist kuni 45-kraadise kallakuga edasi-tagasi liikuma. Liikumise ajal allub silindritesse paigutatud muld vee mõjule.

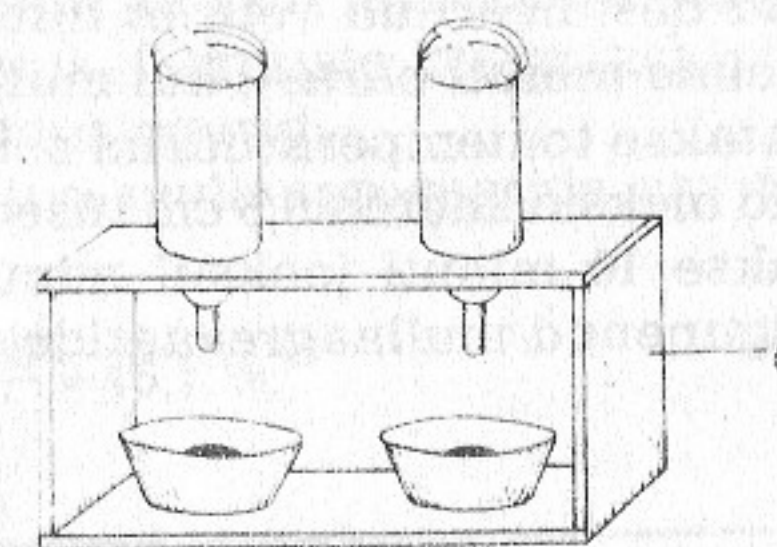
Bakšejevi aparaadiga määramisele eelneb makrostruktuuri kvantitatiivne analüüs (kuivisõelumine) N. Savvinovi meetodil, mida käsitleti eespool.

Kuivisõelumisel saadud fraktsioonidest moodustatakse kaks 25-g massiga keskmist proovi analoogselt N. Savvinovi meetodile.

Pärast keskmiste proovide ettevalmistamist ja aparaadi kontrollimist alustatakse analüüsi. Kõigepealt võetakse silindrid pesast välja ning paigutatakse alusele. Eemaldatakse silindrite kaaned, kontrollitakse, kas silindrite alumised, torujad otsad on korgiga suletud, ja täidetakse silindrid kuni ülemiste sõelte raamide keskkohadeni veega. Et alumiste sõelte alla ei jääks õhku, tõstetakse ja langetatakse sõelte komplekte; samal ajal pööratakse neid kellaosuti liikumise suunas. Seejärel paigutatakse mulla-proovid ülemistele sõelte, silindrid suletakse kaantega ja valatakse kaanes olevate avade (vintkorgid keeratakse enne ära) kaudu vett täis, suletakse uuesti vintkorgiga, kuivatatakse ning paigutatakse aparaadi pesadesse tagasi. Aparaat lülitatakse elektrivõrku, pannakse tööle ja silindreid lastakse 12 minuti jooksul võnkuda. Seejärel lülitatakse aparaat vooluvõrgust välja, silindrid võetakse jälle aparaadi pesadest välja ning paigutatakse alusele, keeratakse lahti vintkorgid (et vältida vaakumit silindrites), paigutatakse silindri alumiste, torujate otsade alla 0,75...1,0-liitrise mahutavusega nõud, eemaldatakse neilt kummikorgid ja lastakse peentest mullaosadest sogaseks muutunud vesi silindritest välja. Seejärel avatakse silindri kaaned, võetakse sõelte komplektid silindritest välja ning sõelte jäänud mullaag-



Joonis 6. Bakšejevi aparaat: 1 – elektrimootor; 2 – pesad silindrite paigutamiseks; 3 – silinder; 4 – silindri torujas ots; 5 – kork silindri toruja otsa sulgemiseks; 6 – alus silindrite paigutamiseks



regaadid pestakse veepudeli ja sifooni abil veejoaga eelnevalt nummerdatud ja kaalutud portselan- või alumiiniumkausikes-
se. Pärast mõneminutilist seismist, kui mullaagregaadid on kaus-
ides põhja settinud, valatakse vaba vesi ära, kausid paigutatak-
se vee- või liivavannile, kuivatatakse õhukuivaks ja pärast jahtu-
mist kaalutakse. Mullaagregaadid võib õhukuivaks kuivatada ka
vee- või liivavannil kuivatamata, lastes neid paar ööpäeva labora-
toorselt seista.

Andmed kantakse eespool toodud tabeli parempoolsesse laht-
risse. Et arvutada iga fraktsiooni protsendiline sisaldus, on vaja
selle fraktsiooni õhukuiv mass g-des korrutada neljaga. Alla
0,25-mm fraktsiooni protsendiline sisaldus määratakse sel teel, et
100 protsendist lahutatakse kõigi teiste fraktsioonide summa
protsentides.

1.6.3. Mulla makroagregaatide kvalitatiivne analüüs P. Andrianovi meetodil

See on üks kiiremaid ja lihtsaimini korraldatavaid määramismeetodeid, mis põhineb kindla aja jooksul vee mõjul lagunenu mullaagregaatide loendamisel.

Mullaproovid võetakse ja valmistatakse ette vastavalt alapeatükis 1.6.1 kirjeldatud meetodile. Seejärel tehakse kuivsõelumine vastavalt N. Savvinovi meetodile ning edasiseks kvalitatiivseks analüüsiks võetakse kas kõik fraktsioonid või mõni keskmise läbimõõduga mullaagregaatidest koosnev fraktsioon.

Iga fraktsiooni analüüsitakse eraldi järgmise metoodika alusel.

Vajalikud vahendid: 1) nummerdatud Petri kausid; 2) kell; 3) filterpaber.

Petri kausi põhi kaetakse filterpaberiga ja sellele paigutatakse 50 või 100 uuritava fraktsiooni mullaagregaat. Seejärel valatakse Petri kausile ettevaatlikult nii palju toatemperatuurini soojendatud destilleeritud vett, et filterpaber oleks täielikult märgunud. Kolme minuti pärast, kui mullakapillaarid on veega täitunud, lisatakse toatemperatuurini soojenenud vett nii, et mullaagregaadid oleksid kaetud 0,5 cm tuseduse veekihi. Pärast seda määratakse 10 minuti jooksul minutiste vaheaegade järel vee mõjul lagunenu mullaagregaatide arv (kokku 10 määramist).

Mullaagregaati- de frakts. nr.	Määramiskor- dused	Petri kausi nr.	Lagunenud mullaagregaatide jooksvas kokkuvõttes iga järel								
			1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5	1	10	5	13	25	40	62	78	90	92	94
	2	11	4	11	24	41	60	77	88	91	92
	3	12	6	14	27	39	61	79	91	94	95
3	4	13	5	12	26	42	64	81	92	96	96
\bar{x}	-	-	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Mullaagregaatide veekindluse hindamisel kasutatakse Katšinski parandustegurit K (%-des), mis igale minutile on erinev: 1. minutile 5; 2. — 15; 3. — 25; 4. — 35; 5. — 45; 6. — 55; 7. — 65; 8. — 75; 9. — 85; 10. — 95.

Veekindlus mullaagregaatidel, mis 10 minuti jooksul pole lagunenu, võetakse 100 %-ks.

Iga mullafraktsiooni analüüsitakse 4 korduses (4 Petri kausil). Andmed kantakse järgmisevormilisse tabelisse.

Mulla nimetus või katsevariandi nr.

Mullaproovi võtmise koht

Aeg

Analüüsiks võetakse 100 mullaagregaat.

Mullaagregaatide veekindlus (V_v) määratakse järgmise valemi alusel:

$$V_v = P + \frac{P_1 \cdot K_1 + \dots + P_{10} \cdot K_{10}}{A}, \text{ kus}$$

P — lagunemata mullaagregaatide arv

P_1, P_2, \dots, P_{10} — iga järgmise minuti jooksul lagunenu mullaagregaatide arv tk. (korduste keskmine);

K_1, K_2, \dots, K_{10} — Katšinski parandustegurid;

A — analüüsiks võetud mullaagregaatide arv tk.

Tabelis toodud näite põhjal

$$V_v = 4,3 + \frac{5 \cdot 5 + 7,5 \cdot 15 + \dots + 1,5 \cdot 95}{100} = 45,1 \%$$

arv min	Lagunenud mullaagregaatide arv igas minutis ($P_1; P_2; \dots; P_{10}$)										
10	Lagune- mata ag- regaadid (P)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
95	5	5	8	12	15	22	16	12	2	2	1
94	6	4	7	13	17	19	17	11	3	1	2
97	3	6	8	13	12	22	18	12	3	1	2
97	3	5	7	14	16	22	17	11	4	0	1
\bar{x}	4,3	5	7,5	13	15	21,2	17	11,5	3	1	1,5

1.6.4. Mulla mikroagregaadid ja nende analüüs N. Katšinski meetodil

Mulla mikroagregaatide hulka kuuluvad alla 0,25-mm mullaagregaadid, mis on valdavalt tekkinud kolloidide koagulatsiooni teel ja omavad mulla mehaanilistest osakestest erinevaid omadusi.

Määramiseks vajalikud vahendid: 1) uhmer; 2) kummiotsikuga uhmrinui; 3) 1-mm avadega sõel; 4) 0,5-l pudelid; 5) loksutamisaparaat; 6) 0,25-mm avadega sõel; 7) 1-l silindrid; 8) alumiiniumtopsid; 9) näpitsad; 10) kuivatuskapp; 11) eksikaator CaCl_2 -ga; 12) 25- cm^3 mahutavusega pipett; 13) segisti suspensiooni segamiseks; 14) stopper; 15) portselankausid; 16) analüütilised kaalud.

Mullaproovid mikroagregaatseks analüüsiks võetakse ja valmistatakse ette nii nagu makroagregaatidel analüüsil.

Analüüsiks võetakse 100 g õhukuiva mulda, eraldatakse sellest juured, peenendatakse portselankausis ettevaatlikult kummiotsikuga uhmrinuiaga ja sõelutakse läbi 1-mm avadega sõela. Selliselt ettevalmistatud mullast võetakse kaalutised mikroagregaatide määramiseks (10 g) ja mulla niiskusesisalduse määramiseks (10 g).

Mikroagregaatide määramiseks võetud kaalutis valatakse 0,5-liitrisse pudelisse. See täidetakse poolest saadik destilleeritud veega, jäetakse täielikuks märgumiseks ööpäevaks seisma ja loksutatakse seejärel 2 tunni vältel mehaanilisel loksutajal. Siis kurnatakse pudeli sisu läbi 0,25-mm avadega sõela liitrisse silindrisse, lisatakse vett kuni 1000 cm^3 ni ja jäetakse seisma. 0,25-mm avadega sõelale jäänud fraktsioon paigutatakse alumiiniumtopsi, kuivatatakse termostaadis absoluutkuivaks ja arvutatakse selle protsendiline sisaldus analüüsiks võetud mulla massist (enne tuleb see määramise algul võetud mullaproovi niiskusesisaldusest lähtudes absoluutkuivaks mullaks ümber arvutada).

Silindris olevast suspensioonist edasiseks analüüsiks võetavate proovide võtmise aeg ja sügavus sõltub vedeliku ja mullaosakeste tihedusest. Osakeste langemise kiirused ja proovide võtmise intervallid ja sügavused arvutatakse nii nagu mehaanilise koostise määramisel Stokesi valemiga

$$v = \frac{2}{9} g r^2 \frac{D_c - D}{\eta}, \text{ kus}$$

v — osakeste langemise kiirus cm/s ;

g — raskuskiirenduse konstant (981 cm/s^2);

r — mullaosakeste raadius cm ;

D_c — mullaosakeste tihedus g/cm^3 ;

D — vedeliku tihedus, kus viiakse analüüs läbi g/cm^3 (vesi 1,0);
 η — vedeliku viskoossus (20-kraadine vesi 0,01005 puaasi).

Suspensiooni proovid võetakse 25- cm^3 pipetiga ettenähtud sügavusest. Selleks segatakse silindris olevat suspensiooni segistiga 10...15 sekundi vältel ning seejärel võetakse ettenähtud ajavahemiku järel vastavast sügavusest proovid ja kantakse eelnevalt kaalutud portselankaussidesse. Vaba vesi aurustatakse veevõi liivapannil, ülejääk aga kuivatatakse termostaadis 105°C juures absoluutkuivaks ja kaalutakse täpsusega 0,0001 g.

Fraktsiooni protsendiline sisaldus kindlate suurusjärgkudeni (näiteks fraktsioon alla 0,05 mm, alla 0,01 mm jne.) määratakse valemiga

$$x = \frac{b_1 \cdot 40}{b_2} \cdot 100, \text{ kus}$$

x — määratav fraktsioon %;

b_1 — määratavast fraktsioonist väiksemate mullaosakeste mass g;

b_2 — analüüsiks võetud absoluutkuiva mulla mass g;

40 — tegur pipetiga võetud mulla massi ümberarvutamiseks silindris olevale massile.

Vastava läbimõõduga fraktsiooni (0,05...0,01 mm; 0,01...0,005 mm; 0,005...0,001 mm ja alla 0,001 mm) massi määramiseks lahutatakse eelmise fraktsiooni massist (või protsendilisest sisaldusest) järgmise fraktsiooni mass (või protsendiline sisaldus).

Fraktsiooni 0,25...0,05 mm protsendiline sisaldus arvutatakse sel teel, et 100 %-st lahutatakse kõigi alla 0,05-mm fraktsioonide sisaldus protsentides.

1.7. Mulla eripind

Mulla eripinna all mõistetakse ühe grammi mulla välispinna suurt ruutmeetrites. Eripinna suurus on üks olulisemaid mulla karakteristikuid, seda eriti sorptsiooniliste nähtuste uurimisel ja interpreteerimisel. Ta sõltub peamiselt mulla mehaanilisest koostisest, huumuse- ning kolloidide sisaldusest, vähemal määral neeldunud katioonide ja savimineraalide keemilisest ning mineraloogilisest koostisest.

Tabelis 6 on EPA mullateaduse ja agrookeemia kateedri prof. E. Kitse andmetel esitatud Eesti NSV mitmesuguste mullaliikide huumushorisoni keskmised eripinna suurused (m^2g^{-1}).

Mitmesuguste mullaliikide huumushorisondi
keskmised eripinna suurused (m^2g^{-1})

Tabel 6

Mullaliik ja -erim	Eripind		Mullaliik ja -erim	Eripind	
	valdav	kesk- mine		valdav	kesk- mine
K'' ls	40 ... 90	65	LkII sl	20 ... 40	30
K''' sl	25 ... 65	45	Lkb ls	35 ... 75	55
Ko ls	40 ... 85	63	K'' 'g ls	50 ... 110	80
Ko sl	25 ... 60	43	Kog ls	50 ... 100	75
KI ls (kollakas- hallil moreenil)	40 ... 80	60	KIg ls	40 ... 100	75
KI sl (kollakas- hallil moreenil)	25 ... 50	38	KIg sl	25 ... 70	48
KI ls (punakas- pruunil moreenil)	35 ... 75	55	Lg ls	40 ... 90	65
KI sl (punakas- pruunil moreenil)	20 ... 40	30	Lg l	10 ... 40	25
LkI ls	35 ... 75	55			
LkI sl	20 ... 40	30			
Lk l	10 ... 25	18			

Mulla eripinda võib prof. E. Kitse andmetel kasutada hüdrofüüsikaliste karakteristikute, nagu maksimaalse molekulaarse veemahutavuse, väliveemahutavuse jt. leidmiseks.

1.7.1. Mulla eripinna määramine

Vajalikud vahendid: 1) 1-mm avadega sõel; 2) alumiiniumtopsid; 3) analüütilised kaalud; 4) eksikaator H_2SO_4 -ga; 5) termostaat; 6) näpitsad.

Mullaproovid eripinna määramiseks võetakse üldlevinud meetodika alusel ja kuivatatakse õhukuivaks. Õhukuiv muld peenestatakse uhmris ettevaatlikult kummiotsikuga uhmrinuiaga ja sõelutakse läbi 1-mm avadega sõela. Määramiseks võetakse umbes 10 g sõelutud mulda ning paigutatakse kuumatud ja analüütilistel kaaludel 1-mg täpsusega kaalutud alumiiniumtopsi (m_1).

Alumiiniumtopsid (kaaned põhja all) asetatakse eksikaatorisse 41-% H_2SO_4 -lahuse (tihedus $1,31 \text{ g/cm}^3$) kohale alustele ja hoitakse seal kaks nädalat. Seejärel võetakse alumiiniumtopsid eksikaatorist välja, suletakse kaanega ja kaalutakse analüütilistel kaaludel (m_2). Edasi asetatakse avatud (kaaned põhja all) alumii-

niiumtopsid termostaati ja kuumutatakse 105°C juures stabiilse massini (absoluutkuivaks). Termostaadist välja võetud alumii- niiumtopsid koos mullaga kaanetatakse, jahutatakse eksikaatoris CaCl_2 manulusel ja kaalutakse analüütilistel kaaludel 1-mg täpsusega (m_3).

Arvutamine:

1) Leiame hügrooskoopsusvee sisalduse V_h :

$$V_h = \frac{p-a}{a} \cdot 100, \text{ kus}$$

p – mulla mass pärast eksikaatorist (H_2SO_4 manulus) väljavõtmist, kuid enne kuivatamist g;

a – mulla mass pärast absoluutkuivaks kuivatamist g;
 $a = m_3 - m_1$, kus

m_3 – alumiiniumtopsi + absoluutkuivaks kuivatatud mulla mass g;

m_1 – alumiiniumtopsi mass g;

2) eripinna leiame valemiga

$$E = 36,15 \cdot W_h$$

1.7.2. Mulla eripinna arvutamine prof. E. Kitse meetodil

Mulla eripinna võib prof. E. Kitse järgi piisava täpsusega leida ka arvutuslikul teel, kasutades vastavaid regressioonivõrrandeid või nende alusel koostatud nomogramme.

Eripind kui funktsioon savi-, ibe- ja huumusesisaldusest on määratud prof. E. Kitse andmetel järgmiste regressioonivõrranditega (tabel 7), mida võib arvutamisel aluseks võtta.

Tabel 7

Mulla eripind (x_1) kui funktsioon füüsikalise savi (x_2), ibe- (x_3) ja huumuse- (x_4) sisaldusest

Võrrandi nr	Horisont	Regressioonivõrrand	Sx_1	$r(R)$
1	A ₁	$x_1 = -20 + 1,25x_2 + 11,6x_4 + \frac{12}{x_4}$	6,8	0,89
2	A ₁	$x_1 = -20 + 2,20x_3 + 11,4x_4 + \frac{12}{x_4}$	6,4	0,91
3	A ₂ , A ₂ B, A ₁ , A ₂ lg, B, Bt, BC	$x_1 = 2 + 1,30x_2$	6,2	0,93
4	A ₂ , A ₂ B, A ₁ , A ₂ lg, B, Bt, BC	$x_1 = 3 + 2,52x_3$	7,2	0,90

1.8. Mulla temperatuur ja selle määramine

Mulla temperatuur muutub aastaegade ja ööpäeva vältel ning avaldab olulist mõju taimede kasvule ja arengule, samuti mulla mikroorganismide elutegevusele.

Mulla temperatuuri mõjutavad paljud tegurid — valguskiirte langemisenurk, mulla värvus ja niiskusesisaldus, taimestik, reljeef, inimese tegevus.

Agronoomilise tegevuse ja teadusliku uurimistöö käigus on sageli hädavajalik mõõta mulla temperatuuri. Selleks on mitmeid meetodeid, nagu mõõtmine Savvinovi termomeetriga, Hüdro meteoroloogiasteenistuse termomeetriga, elektrontermomeetritega ЭТН, ПЭТ, ЭТНТ jne.

Mulla temperatuuri mõõtmiseks künnikihi mullas kasutatakse Savvinovi põlvjaid termomeetreid, mis võimaldavad määrata temperatuuri 5, 10, 15 ja 20 cm sügavuses. Sügavamate mullakihide temperatuuri mõõtmiseks sobib Hüdro meteoroloogiasteenistuse komplekt 8 termomeetriga, mis on ette nähtud temperatuuri mõõtmiseks 20, 40, 60, 80, 120, 160, 240 ja 320 cm sügavuses.

Nii Savvinovi kui ka Hüdro meteoroloogiasteenistuse komplekti kuuluvad termomeetrid paigutatakse mulda ida-lääne suunas; alustatakse kõige sügavamale mulda paigutatavast termomeetrist.

Viimasel ajal kasutatakse enamasti elektroonilisi termomeetreid ЭТН, TC-101 jt; need võimaldavad mõõta väiksema töökuulu ja suurema täpsusega.

Üks uuemaid on elektrooniline termomeeter TC-101, mille on välja töötanud tootmiskoondis «Agropribor». See on ette nähtud mulla ja põllumajandusproduktide — piima, liha ja teravilja — temperatuuri mõõtmiseks. Aparaat saab 9-voldise pingega alalisvoolu vooluallikalt, millega on juhtmete abil ühendatud mõõtesondid. Mõõtesonde on kolme mõõtmisdiapasoonega: sond 1—0...100 °C mõõtmistäpsusega ± 1 °C; sond 2—0...15 °C mõõtmistäpsusega $\pm 0,3$ °C ja sond 3—35...45 °C mõõtmistäpsusega $\pm 0,2$ °C. Üheks mõõtmiseks kulub aega 20...40 sekundit. Aparaat on üsna väike — gabariitmõõtmed 105×40×160 mm ja mass 0,3 kg — ning seetõttu päris tänapäevane ning lihtne käsitseda.

Termomeeter kalibreeritakse automaatselt mõõtmise käigus.

Määramiskohal viiakse sond vajalikku määramissügavusse ja pärast näidu püsivaks jäämist (20...40 sekundi jooksul) märgitakse üles temperatuur.

TC-101 rakendamine võimaldab kiirendada mulla temperatuuri

mõõtmist umbes 10 korda ja saada kiiresti usaldusväärseid andmeid. Aparadi rakendamine pole oluline mitte ainult teadustöös, vaid ka maaviljeluslikus tootmises.

2. Muldade füüsikalis-mehaanilised omadused

Füüsikalis-mehaanilised omadused iseloomustavad mulda eelkõige selle haritavuse seisukohalt. Nende iseloomust sõltub oluliselt mullaharimise kvaliteet, muldade vastupanu põllumajandusmasinate tööorganitele ning mõju harimisriistade jõudlusele ja kulumisele.

Tähtsamad muldade füüsikalis-mehaanilised omadused on kõvadus, sidusus, plastilisus, kleepuvus, mahuline muutuvus, hõõrdetakistus, struktuuritekke optimaalne niiskus, mulla optimaalne murenemisniiskus.

2.1. Mulla kõvadus

Mulla kõvadus on mulla omadus avaldada looduslikus lasuvuses vastupanu kokkusurumisele ja purustamisele ning seda mõõdetakse kilogrammides cm² kohta.

Kõvadus sõltub mitmetest teguritest, millest olulisemad on mulla mehaaniline koostis, niiskuse- ja huumusesisaldus, struktuursus, lasuvustihedus, keemiline koostis.

Mulla kõvadus avaldab mehaanilist vastupanu taimede juurestiku kasvule ja arengule, takistab seemnete idanemist, mõjutab mulla vee-, õhu- ja soojusrežiimi ning temast sõltub kõige enam mullaharimisriistade veojõuvajadus.

Kõvaduse määramiseks kasutatakse mitmesuguseid erineva konstruktsiooniga seadmeid, mida nimetatakse kõvadusemõõtjateks. Kõvadusemõõtjaid, mille mõõteorgan — plunžer — viiakse mulda langetatavate raskuste abil, nimetatakse ka penetromeetriteks. Üks Nõukogude Liidus enam levinud kõvadusemõõtjaid on Revjakini kõvadusemõõtja. Teaduslikus uurimistöös leiavad laialdasemat kasutamist kõvadusemõõtjad DORNI (ДОРНИ) ja VISHOM (ВИХОМ). Saksa DV-s kasutusel olevatest tuleb nimetada Kunze penetromeetrit, mis paistab silma lihtsa konstruktsiooni ja hea määramistäpsuse poolest.

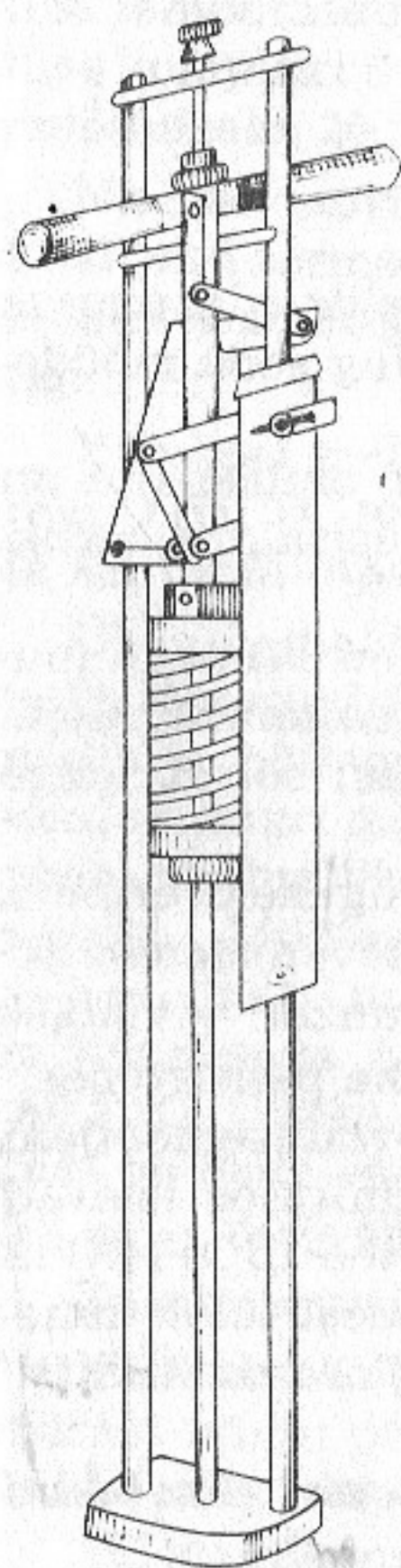
Alljärgnevas kirjeldatakse kõvaduse määramist Revjakini kõvadusemõõtja ja Kunze penetromeetriga.

2.1.1. Mulla kõvaduse määramine Revjakini kõvadusemõõtjaga

Revjakini kõvadusemõõtja (joonis 7) koosneb vahetatavast plunžerist (neid on ristlõikepindalaga 1, 2 ja 3 cm²), mis kinnitatakse vindiga juhtvarda otsa. Plunžer valitakse vastavalt mulla kõvadusele: äsja haritud ja kobestatud muldadel kasutatakse suurema ja kuivadel kõvadatel muldadel väiksema ristlõikepindalaga plunžerit. Juhtvarda ülemises otsas on käepide ja käepideme ning juhtvarda vahele on paigutatud tareeritud vedru. Ülekanne abil antakse vedru kokkusurumise ulatus edasi isekirjutavale seadmele, mis kannab selle graafilise joonena eri plaadile kinnitatud millimeetripaberile.

Määramisele asudes tuleb kõigepealt eriplaadile kinnitada sobiva suurusega millimeetripaberileheke, seejärel vabastada juhtvarras (keerata välja arretiir), võtta kahe käega kinni käepidemest, paigutada juhtvarda plunžeriga ots mullapinnale ja vajutusega käepidemele suruda sond koos juhtvardaga mulda. Sonni suurim muldatungimise sügavus e. määramissügavus on 30 cm. Seega näitab millimeetripaberile kantud graafiline joon täieliku muldasurumise korral kõvaduse dünaamikat 0 ... 30 cm sügavuseni. Teades jõudu (kg-des), mis on vajalik vedru kokkusurumiseks 1 mm võrra (tavaliselt on see 1 kg), ja plunžeri ristlõikepindala cm²tes, saame graafiku andmete alusel välja arvutada mulla kõvaduse kuni 30 cm sügavuses.

Kui kasutatakse 1-cm² ristlõikepindalaga plunžerit, siis iga millimeeter vastab 1 kg vastusurvele ja graafikult saadakse kohe kõvadus kg/cm²; 2- ja 3-cm² plunžerite kasutamisel tuleb näidud millimeetrites jagada vastavalt kas 2 või 3-ga.



Joonis 7. Revjakini kõvadusemõõtja

Usaldusväärsete keskmiste näitajate saamiseks on ühel uuritaval katsevariandil (või katselapil) vaja teha 15 ... 20 üksikmääramist (kõik ühele ja sellele samale millimeetripaberilehele). Saadud 15 ... 20 graafilise joone alusel tõmbab määraja tõenäolise keskmise graafilise joone teisevärvilise pliiatsiga ja loeb (arvutab) nende alusel keskmise kõvaduse.

Andmed kantakse järgmisevormilisse tabelisse.

Katse nimetus või nr.
Määramise aeg

Katsevariandi või katselapi nr	Mulla kõvadus (kg/cm ²) erinevates sügavustes					
	5	10	15	20	25	30
1	2	3	4	5	6	7

Et mulla kõvadus sõltub väga suurel määral mulla niiskusest, siis võrreldavaid mõõtmisi saab teha vaid ligilähedaselt ühesugase niiskusesisaldusega muldadel.

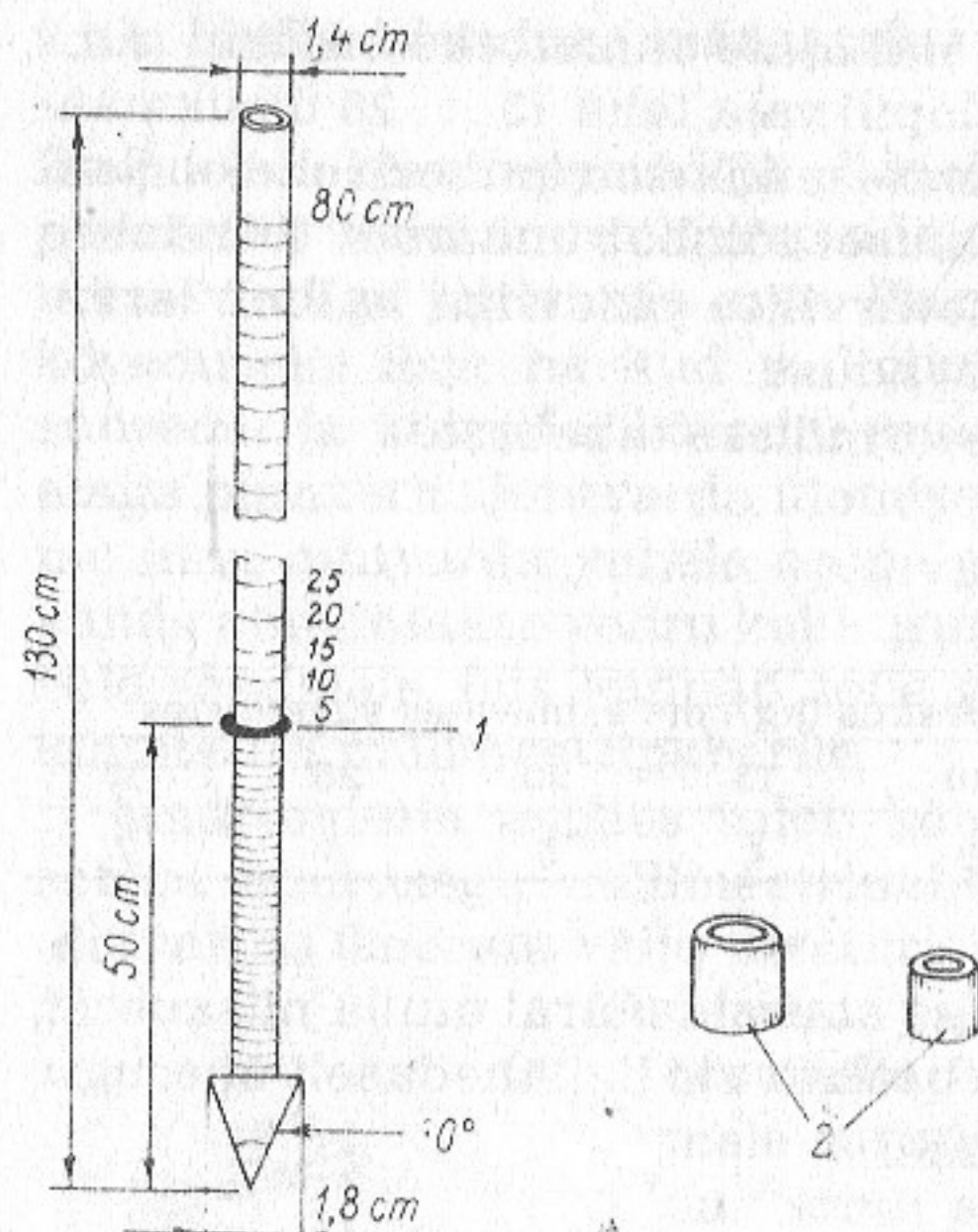
2.1.2. Mulla kõvaduse määramine Kunze penetromeetriga

Saksa DV Taimekasvatuse ja Maaviljeluse Instituudis töötas dr. Kunze välja penetromeetri tüübi, mis on leidnud seal ulatuslikku kasutamist (joonis 8).

Kunze penetromeetri sond on 130 cm pikk ja selle läbimõõt on 14 mm. Sonni otsa kinnitatava koonusekujulise plunžeri suurim Ø on 18 mm ja ristlõikepindala 2,68 cm². Sond on gradueeritud alumise 50 cm ulatuses 1-cm jaotiseni, ülejäänud osas 5-cm jaotiseni. 50 cm kõrgusele plunžeri tipust on kinnitatud nn. surve- e. löökseib, mis annab langetatava raskuse löögienergia sonni kaudu edasi plunžerile. Langetatava raskuse langemiskõrgus on muudetav 0 ... 40 cm-ni ja seda saab piirata edasiliigutatava rõngaga.

Sonni muldatungimise sügavus tehakse kindlaks kas sondile kantud kradeeringu järgi või kasutatakse gradueeritud mõõtekeppi, mis määramisel vajutatakse penetromeetri kõrvale mulda.

Et erinevate muldade kõvadus varieerub väga suurtes piirides, siis ei piisa määramisel ainult langetamiskõrguse muutmisest: langetatavad raskused peavad olema erineva massiga. Soovitavad on raskused massiga 0,1; 0,2; 0,5; 1,0 ja 2,0 kg, mis võimaldavad kõvadust määrata kõigil muldadel. Usutavate andmete saamiseks on igal variandil (katselapil) tarvis teha kõrvuti 10 määramist ja arvutada nende keskmine.



Joonis 8. Kunze penetromeeter: 1 — löökseib; 2 — langetatavad raskused

Kõvadus arvutatakse järgmise valemi järgi:

$$K = \frac{M \cdot h \cdot x}{F \cdot e}, \text{ kus}$$

K — mulla kõvadus kg/cm² e. cm tusedusega mullakihi

M — langetatava raskuse mass kg;

h — langetatava raskuse langemiskõrgus cm;

x — langetatava raskuse löökide arv;

F — sondi plunžeri ristlõikepindala cm² (2,68 cm²);

e — sondi muldatungimise sügavus (s. o. uuritava mullakihi tusedus) cm.

Andmed kantakse järgmisevormilisse tabelisse.

Katse nimetus või nr.

Määramise aeg

Katse-variandi või katse-lapi nr	Uuritav mullakiht cm	Määramiskor-dused	Langeta-tava ras-kuse mass (M) kg	Raskuse lageta-miskõr-gus (h) cm	Löökide arv (x)	Mulla kõva-dus (K) ana-lüüsitavas mullakihi kg/cm ²
1	2	3	4	5	6	7
1	0...5	1 jne	0,5	40	5 jne	7,5 jne
		10	0,5	40	6	9,0
\bar{x}			0,5	40	5,5	8,2

$$K = \frac{0,5 \cdot 40 \cdot 5,5}{2,68 \cdot 5} = 8,2 \text{ kg/cm}^2$$

2.2. Mulla sidusus

Sidusus on mulla omadus vastu panna välismõjudele, mis püüavad mullamassi osakesi üksteisest mehaaniliselt lahutada (rebi-mine, surve, nihutamine, lõhestamine). Sidusus sõltub mulla lõi-misest, niiskuse- ja huumusesisaldusest, struktuurist, neeldunud katioonide sisaldusest ning seda mõõdetakse kg/cm²:

Tabel 8

Mulla lõimise sidususe vaheline seos võrdse niiskusesisalduse juures

Lõimis	Sidusus kg/cm ²	Lõimis	Sidusus kg/cm ²
Liiv	0,9	Keskmine liivsavi	9,6
Liiviliiv	1,9	Raske liivsavi	12,2
Kerge liivsavi	3,3	Raske savi (tolmjas)	27,5

Orgaanilise aine sisalduse suurenemisel väheneb savi- ja savi-liivmuldade sidusus, liivmuldade sidusus aga suureneb. Ka niis-kus mõjutab erineva lõimisega muldade sidusust erinevalt. Savi- ja liivsavimuldade sidusus niiskuse suurenemisel väheneb, liiv-mulda del aga mõnevõrra suureneb. Struktuursed mullad on väik-sema sidususega kui struktuuritud mullad.

Ühevalentsete katioonide, eriti Na-sisalduse suurenemine mul-la neelavas kompleksis suurendab ka selle sidusust. Sidusus sõl-tub veel raua- ja alumiiniumhapendite sisaldusest jms.

Sidususel on suur praktiline tähtsus, sest ta mõjutab mulla vastupanu mullaharimisriistadele, mistõttu temast sõltub oluli-selt traktori tööjõudlus, kütusekulu ja töö maksumus, samuti mulla murenemine ning mullaharimise kvaliteet. Mulda tuleb ha-rida optimaalse niiskusesisalduse juures, mitte aga siis, kui see on liiga kuiv (suur sidusus), ega ka siis, kui ta on liigniiske (suur plastilisus).

Sidususe määramise meetodid põhinevad jõu mõõtmisel, mida on vaja avaldada mulla ühele mahuühikule selleks, et määrami-seks võetud mulla standardproov purustada.

2.2.1. Mulla sidususe määramine standardproovide meetodil

Vajalikud vahendid: 1) ringi- või ruudukujulise ristlõikega puur (Ø 2,25 cm või 2×2 cm); 2) 3-mm avadega sõel; 3) portselan- ja alu-miiniumkauss; 4) klaaspulk; 5) termostaat; 6) eksikaator CaCl₂-ga; 7) 5...10 mm paksusega 10×10-cm pindalaga orgaanilise klaasi tükid, millele on kinnitatud ringi- või ruudukujulised madalad pesad; 8) koormised; 9) näpitsad.

Sidususe määramiseks valmistatakse ette kindlate mõõtmetega standardproovid (kas silindri- või kuubikujulised). Kuubikujulise standardproovi mõõtmed võiksid olla $2 \times 2 \times 2$ cm, silindrikujulisel standardproovil \varnothing 2,25 cm, kõrgus 2 cm.

Sidusus määratakse nii loodusliku lasuvusega mullast kui ka kunstlikult ettevalmistatud (lõhutud struktuuriga) standardproovist.

Esmalt võetakse sisselõigetega puuriga ettenähtud sügavusest mullaproov, mis jaotatakse siibri abil 2 cm kõrgusteks standardproovideks (4...5 tk).

Sama puuriga võetakse mullaproovid ka lõhutud struktuuriga standardproovide valmistamiseks. Nii kogutud muld sõelutakse läbi 3-mm avadega sõela, paigutatakse portselan- või alumiiniumkaussi, lisatakse vett ja segatakse pastataoliseks massiks, mis võimaldab silinderpuuri abil moodustada eespool toodud mõõtmetega silindreid või kuubikuid (4...5 tk).

Sellisel ettevalmistatud loodusliku lasuvusega ja kunstlikult ettevalmistatud standardproovid paigutatakse termostaati ja kuivatatakse 105°C juures 18...20 tunni jooksul absoluutkuivaks. Seejärel paigutatakse standardproovid eksikaatorisse ja võetakse sealt ükshaaval välja sidususe määramiseks.

Standardproov paigutatakse orgaanilisele klaasile nii, et see paikneks klaasile kinnitatud 3 mm sügavuses ruudu- või ringikujulises pesas (2×2 cm või \varnothing 2,25 cm). Pealt kaetakse proov samasuguse orgaanilise klaasiga ning sellele asetatakse järk-järgult koormist standardproovi purunemiseni.

Andmed kantakse järgmisevormilisse tabelisse.

Mulla või katsevariandi (katselapi) nimetus (nr) ja määramisaeg	Loodusliku lasuvusega standardproov			Kunstlikult ettevalmistatud standardproov		
	Koormiste mass (M) kg	Standardproovi pindala (S) cm^2	Sidusus (A) kg/cm^2	Koormiste mass (A) kg	Standardproovi pindala (S) cm^2	Sidusus (A) kg/cm^2
1	2	3	4	5	6	7

Sidusus, mis väljendub siin vastupanus purunemisele, arvutatakse järgmiselt:

$$A = \frac{M}{S} \text{ kg/cm}^2, \text{ kus}$$

A — sidusus kg/cm^2 ;

M — koormiste mass kg;

S — standardproovi pindala (siin 4 cm^2).

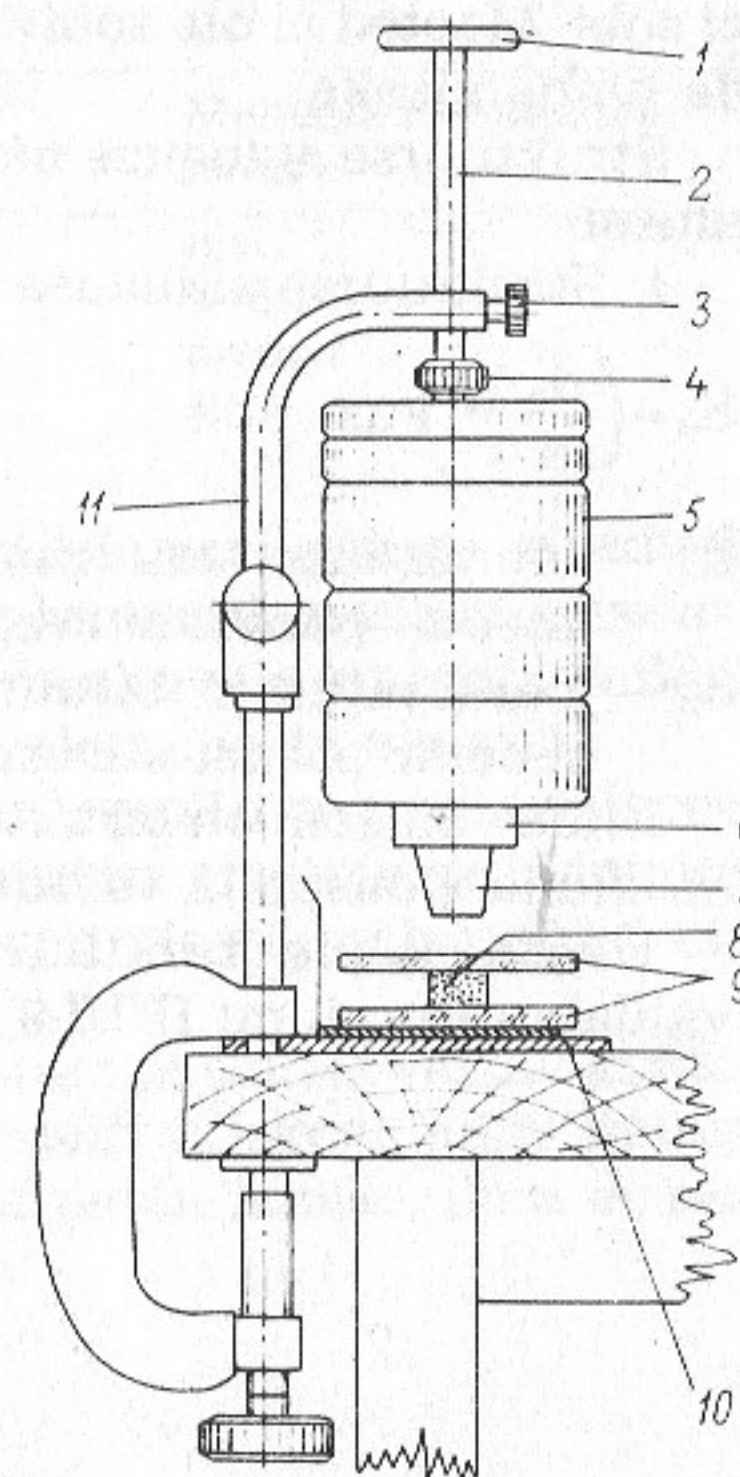
3.2.2. Savimuldade struktuurse sidususe määramine välilaboratooriumi ПЛЛ-9 komplekti kuuluva seadmega

Vajalikud vahendid: 1) välilaboratooriumi ПЛЛ-9 komplekti kuuluv seade; 2) 11,3-mm silinderpuur; 3) mullanuga; 4) lamedapõhjaline portselan- või alumiiniumnõu; 5) 2...3-mm orgaaniliste klaaside ruudud (5×5 cm).

Sidusus määratakse silindrikujulistest standardproovidest, alul loodusliku lasuvuse ja niiskuse juures, hiljem samast, kuid lõhutud struktuuriga mullast.

Loodusliku lasuvusega proovid võetakse silinderpuuriga ja lõigatakse noaga 10 mm pikkusteks standardproovideks. Võetakse mullaproov ka niiskuse määramiseks.

Lõhutud struktuuriga standardproovi saamiseks võetakse mullaproovid sama silinderpuuriga, paigutatakse kuivamise vältimiseks kiiresti lamedapõhjalisse nõusse, purustatakse ja segatakse noa abil ning tasandatakse 1,5...2 cm paksuseks kihiks. Sellest võetakse silinderpuuriga proovid, mis lõigatakse noaga 10 mm pikkusteks standardproovideks. Võetakse mullaproov ka niiskuse määramiseks.



Joonis 9. Välilaboratooriumi ПЛЛ-9 komplekti kuuluv seade struktuurse sidususe määramiseks: 1 — käepide; 2 — tug; 3 — kinnituskruvi; 4 — kinnitusmutter; 5 — raskused (vihid); 6 — metallseib; 7 — survet avaldav otsik; 8 — uuritav mullaproov; 9 — org. klaas; 10 — tugiplaat; 11 — kronstein

Edasine määramine on mõlema standardproovi korral analoogne ja tehakse 3...4 korduses.

Üksikmääramine toimub järgmiselt. Määramiseks kasutatav seade (joonis 9) kinnitatakse laua külge; selle ülemisele osale kinnitatakse kronstein, millele paigutatakse kaaluvihid kogumassiga 1900 g, mis koos kronsteini liikuva toega (joonis 9, 2) moodustab 2-kg langetatava raskuse. Liikuv tugi tõstetakse üles ja kinnitatakse stopperkraviga. Langetatava raskuse survet edasiandva otsiku (joonis 9, 7) tšenter peab olema kohakuti tugiplaadi (joonis 9, 10) tsentriga. Määramiseks ettevalmistatud standardproov (diameeter 11,3 mm, kõrgus 10 mm) paigutatakse survet avaldava otsiku alla orgaanilise klaasi tükile ja kaetakse pealt samuti orgaanilise klaasi tükiga. Seejärel langetatakse raskus ettevaatlikult, nii et survet avaldav otsik toetuks standardproovi tsentrile. 10 sekundi möödudes tõstetakse langetatav raskus ja kinnitatakse endisesse asendisse stopperkraviga. Järgnevalt määratakse raskuse mõjul laialimuljutud standardproovi läbimõõt kahes teineteisega risti asuvas suunas täpsusega 0,5 mm ja arvutatakse keskmine diameeter. Kui standardproov raskuse all ei deformeeru, vaid muld valgub laiali ainult vahetult surveplaatide pinnal, siis see meetod antud mulla struktuurse sidususe määramiseks ei sobi. Meetod ei ole sobiv ka liiga kuivade ja liigniiskete muldade hindamiseks.

Struktuurse sidususe näitajad arvutatakse järgmiste valemite alusel.

1. Struktuurse sidususe tegur

$$K_s = \left(\frac{d_p}{d} \right)^2, \text{ kus}$$

d — loodusliku lasuvusega standardproovide keskmine diameeter pärast surveproovi;

d_p — purustatud struktuuriga standardproovide keskmine diameeter pärast surveproovi.

Mida väiksem on struktuurse sidususe tegur (K_s), seda suurem on mulla sidusus ja vastupidi.

Üksikasjaline struktuurse sidususe määramise käik on toodud välilaboratooriumi ПЛЛ-9 tehnilises instruktsioonis.

2.3. Mulla plastilisus

Plastilisus on niiske mulla omadus väliste jõudude mõjul ilma purunemata muuta oma kuju (vormi) ning säilitada seda pärast välijõu lakkamist. Plastilisus sõltub mulla mehaanilisest ja keemilisest koostisest, huumuse- ning niiskusesisaldusest. Ta suureneb saviosakeste, neeldunud ühevalentsete katioonide ning veesisalduse suurenemisel. Huumusesisalduse suurenemine savides ja liivsavides vähendab, liivades ja saviliivades suurendab plastilisust.

Mulla plastilisusel on suur praktiline tähtsus, sest sellest sõltuvad oluliselt mulla haritavus, mulla murenemine, kobestumine ja mullaharimise kvaliteet tervikuna.

Plastilisust mõõdetakse **plastilisuse arvuga**, mis on mulla ülemise ja alumise plastilisuspiiri niiskusesisalduste vahe kaalu-prottsentides.

Atterbergi klassifikatsiooni järgi jaotatakse mullad plastilisuse järgi nelja rühma (tabel 9).

Tabel 9

Muldade klassifikatsioon plastilisuse järgi

Plastilisuse arv	Muldade plastilisus	Muldade mehaaniline koostis
0	mitteplastilised	liiv
0...6	väheplastilised	saviliiv
7...16	plastilised	liivsavi
üle 16	väga plastilised	savi

Igat mulda iseloomustab kindel niiskusesisalduse intervall, mille juures ilmneb plastilisus ja mida hinnatakse plastilisuse arvuga. Järelikult on plastilisuse hindamiseks vaja määrata muldade plastilisuse ülempiir (e. voolavuse alampiir) ja alampiir.

Plastilisuse ülempiir (e. voolavuse alampiir) on mulla seisund ja sellele vastav kindel niiskusesisaldus (nn. plastilisuse ülempiiri niiskus), mille juures antud muld läheb plastilisest olekust üle voolavasse.

Plastilisuse alampiir on mulla seisund ja sellele vastav kindel niiskusesisaldus (nn. plastilisuse alampiiri niiskus), mille juures antud mullast on võimalik veeretada 3-mm kepik, ilma et see praguneks.

2.3.1. Mulla plastilisuse määramine Atterbergi meetodil

Vajalikud vahendid: 1) uhmer; 2) kummiotsikuga uhmrinui; 3) 1-mm avadega sõel; 4) kaalud täpsusega vähemalt 0,1 g; 5) V-kujuline spaatel; 6) lamedapõhjalised 300...500-cm³ mahutavusega portselan- või alumiiniumnõud; 7) 30×30-cm orgaanilise klaasi tükk; 8) kausike; 9) klaaspulgad; 10) alumiiniumtopsid niiskuse määramiseks; 11) kuivatuskapp; 12) eksikaator CaCl₂-ga; 13) näpistangid.

Mullaproovid plastilisuse määramiseks võetakse analoogselt struktuursuse määramise proovidega ja kuivatatakse õhukivaks. Määramiseks valmistatakse proov ette järgmiselt: võetakse 250...300 g õhukuiva mulda, eraldatakse sellest juured, peenedatakse uhmriskummiotsikuga uhmrinuia abil ja sõelutakse läbi 1-mm avadega sõela.

Kõigepealt määratakse **plastilisuse ülempiir**, milleks võetakse 100...125 g selliselt ettevalmistatud mulda, paigutatakse portselan- või alumiiniumkaussi ja niisutatakse hoolikalt klaaspulgaga segades kuni pastataolise seisundini. Sellisena jäetakse muld üheks ööpäevaks (24 tundi) seisma, seejärel paigutatakse kausikesse ligikaudu 1 cm paksuse kihina, tasandatakse pinnalt ja lõigatakse V-kujulise spaatliga kaheks võrdseks osaks nii, et moodustuks pragu, mille laius alumises, põhjaosas on 1,5 mm ja ülemises, pindmises osas 3 mm. Pärast langetatakse kaussi koos mullaga kolm korda 6 cm kõrguselt lauale.

Kui mõlemad mullapoolmed hakkavad seejuures liituma, nii et nendevaheline pragu täitub 1 mm kõrguses ja 1,5...2 cm pikkuses, siis on muld plastilisuse ülempiiril ja selle niiskusesisaldus vastab plastilisuse ülempiiri niiskusele. Kui liitumist ei ole märgata või on see eeltoodust väiksem, on mullas niiskust alla plastilisuse ülempiiri niiskuse ja proovile lisatakse veidi vett, segatakse läbi ning korratakse määramist.

Vajalikust suurema niiskusesisalduse korral liituvad mullapoolmed vähema kui 3 langemiskorraga. Sel juhul lisatakse proovile veidi kuiva mulda, segatakse hoolikalt ja korratakse määramist.

Kui plastilisuse ülempiiri niiskus on lõpuks saavutatud, võetakse kausist alumiiniumtopsi 10...15 g mulda ja määratakse kuivatuskapis 105 °C juures niiskusesisaldus.

Järgneb **plastilisuse alampiiri** määramine, milleks ülempiiri määramisel kasutatud mullaproovile lisatakse veidi õhukuiva mulda, segatakse hoolikalt ja veeretatakse 1-cm läbimõõduga pallike. Pallike paigutatakse klaasplaadile ja sellest veeretatakse 3-mm kepik. Kui kepik säilib kogu pikkuses tükikideks lagune-

mata, veeretatakse muld uuesti pallikeseks ja kepikeseks veeretamist korratakse. Seda operatsiooni korratakse seni, kuni kepik hakkab lagunema 8...10 mm pikkusteks tükikesteks. Selline mulla seisund vastabki plastilisuse alampiirile ja mulla niiskusesisaldus plastilisuse alampiiri niiskusele. Selle kindlakstegemiseks kogutakse mullatükid alumiiniumtopsi ja määratakse niiskusesisaldus.

Määramisandmed kantakse järgmisevormilisse tabelisse.

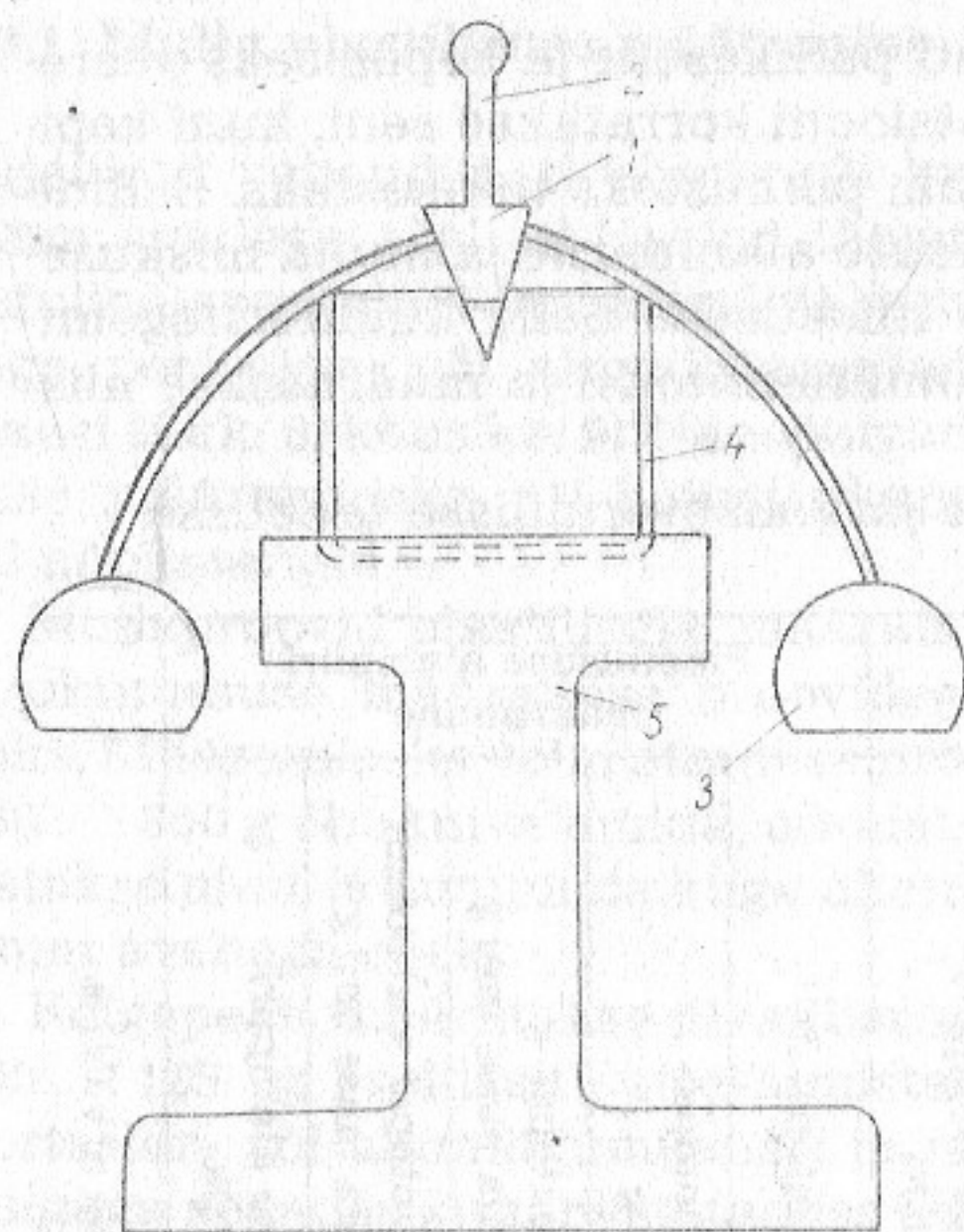
	Plastilisuse ülempiiri määramine					Plastilisuse alampiiri määramine					Plastilisuse arv (V) %
	Alumiiniumtopsi nr	Alumiiniumtopsi mass (m ₁) g	Alumiiniumtopsi + niiske mulla mass (m ₂) g	Alumiiniumtopsi + absoluut kuiva mulla mass (m ₃) g	Plastilisuse ülempiiri niiskus (V _u) %	Alumiiniumtopsi nr	Alumiiniumtopsi mass (m ₁) g	Alumiiniumtopsi + niiske mulla mass (m ₂) g	Alumiiniumtopsi + absoluut kuiva mulla mass (m ₃) g	Plastilisuse alampiiri niiskus (V _a) %	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2 (hiisavi)	2	38,2	50,5	48,4	20,6	3	38,0	49,3	48,2	10,8	9,8

2.3.2. Mulla plastilisuse määramine Vassiljevi-Fjodorovi meetodil

Vajalikud vahendid: 1) Vassiljevi seade; 2) uhmer; 3) kummiotsikuga uhmrinui; 4) 1-mm avadega sõel; 4) kaalud täpsusega vähemalt 0,1 g; 5) lamedapõhjalised 300...500-cm³ mahutavusega portselan- või alumiiniumnõud; 6) klaaspulgad; 7) alumiiniumtopsid niiskuse määramiseks; 7) kuivatuskapp; 8) eksikaator CaCl₂-ga; 9) näpistangid; 10) vaseliin.

Määramiseks kasutatav Vassiljevi seade kujutab endast poleeritud metallist koonust massiga 76 g. Koonuse kõrgus on 25 mm ja nurk 30 ° (joonis 10). Koonusel on 10 mm kaugusel tipust ringikujuline süvend. Ülal on koonusel käepide ja selle alusele on kinditatud tasakaalus poolkaar metallist raskustega kummaski otsa. Seadme komplekti kuuluvad alus ja metallnõu.

Mullaproovide võtmine ja nende määramiseks ettevalmistamine toimub analoogselt Atterbergi meetodile. Niisutatud, põhjali-



Joonis 10. Vassiljevi seade plastilisuse määramiseks: 1 — koonus; 2 — koonuse käepide; 3 — tasakaalus poolkaar; 4 — metallnõu; 5 — alus

kult segatud ja ööpäev seisnud mullaproov paigutatakse Vassiljevi seadme juurde kuuluvasse metallnõusse.

Alustatakse plastilisuse ülempiiri määramisega. Selleks tasandatakse mullapind nõus hoolikalt ja nõu tsentrisse paigutatakse vaseliiniga määratud tasakaalus koonus. Raskustungi mõjul hakkab koonus mulda tungima. Kui koonus tungib 5 sekundi jooksul mulda 10 mm ulatuses, s. o. süvendini, siis see näitab, et muld on plastilisuse ülempiiril ja mulla niiskusesisaldus vastab plastilisuse ülempiiri niiskusele (V_u)%. Juhul kui koonus tungib sügavamale kui 10 mm, siis on muld niiskem ja seda tuleb kas kuivatada või lisada talle õhukuiva mulda, hoolikalt läbi segada ja määramist korrata. Kui aga koonus ei tungi 5 sekundi jooksul ettenähtud sügavusse, siis on muld kuivem ja sellele tuleb lisada vett, segada hoolikalt ja korrata määramist.

Kui ettenähtud mullaseisund ja niiskusesisaldus on saavutatud (koonus tungib 5 sekundi jooksul 10 mm ulatuses mulda), võetakse 10 ... 15-g mullaproov ja määratakse selle niiskusesisaldus.

Ka plastilisuse alampiiri määramiseks võib Fjodorovi soovitusel kasutada Vassiljevi koonust. Määramist jätkatakse sama mullaprooviga, millega ülempiiri määramine lõpetati. Mullaproovile lisatakse õhukuiva mulda ja segatakse hoolikalt. Seejärel langeatakse Vassiljevi koonus 34 mm kõrguselt mullaproovile. Kui koonus tungib 10 mm ulatuses mulda, siis on muld plastilisuse

alampiiril ja mulla niiskusesisaldus vastab plastilisuse ülempiiri niiskusele (V_u). Kui koonus tungib sügavamale, siis lisatakse õhukuiva mulda, kui aga koonus vajalikku sügavust ei saavuta, siis vett segatakse ja määramist korratakse seni, kuni koonus tungib 10 mm sügavusele. Seejärel võetakse 10–15-g mullaproov ja määratakse selle niiskusesisaldus.

Andmed kantakse samavormilisse tabelisse nagu Atterbergi meetodi korral.

3.4. Mulla kleepuvus ja selle määramine

Mulla kleepuvus on mulla omadus kleepuda niiskes olekus temaga kokku puutuvate esemete külge. Seda mõõdetakse koormusega grammides, mis on vajalik mulla eemaldamiseks 1 cm² suuruselt pinnalt.

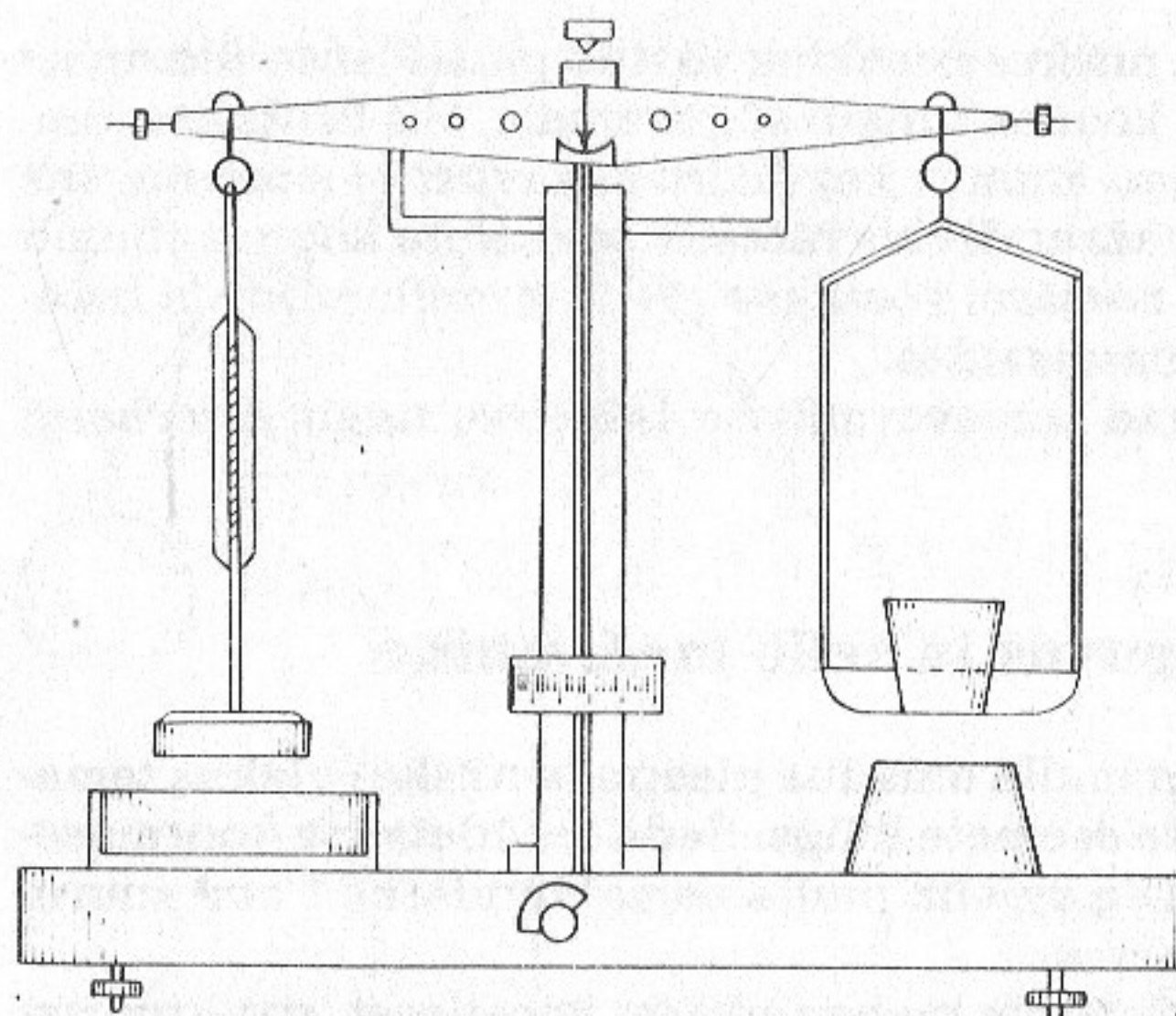
Kleepuvus sõltub mulla mehaanilisest koostisest, struktuurist ja niiskusest. Mida suurem on saviosakeste sisaldus, seda suurem on ka mulla kleepuvus. Ka niiskusesisalduse suurenemine (ettenähtud piirini) tõstab muldade kleepuvust. Mulla struktuuri paranedes mulla kleepuvus väheneb.

Kleepuvus avaldab olulist mõju mullaharimise kvaliteedile, eriti mulla murenemisele ja kobestumisele. N. Katšinski andmetel on mullaharimise optimaalne niiskus 2 ... 3 % võrra väiksem niiskusesisaldusest, mille juures muld hakkab kleepuma metalli külge. Mulla kleepumine mullaharimisriistade tööorganitele suurendab veotakistust ja kütusekulu ning vähendab tööjõudlust, mille tagajärjel suurenevad ka tootmiskulud.

3.4.1. Mulla kleepuvuse määramine N. Katšinski meetodil

Vajalikud vahendid: 1) Katšinski seade; 2) uhmer; 3) kummiotsikuga uhmrinui; 4) 1-mm avadega sõel; 5) kühvel või lusikas; 6) klaaspulk; 7) pipett mahuga 25 ... 50 cm³; 8) umbes 1 kg liiva; 9) kaalud täpsusega vähemalt 0,1 g; 10) alumiiniumtopsid; 11) kuivatuskapp; 12) oksikaator CaCl_2 -ga; 13) käterätik.

Katšinski seade (joonis 11) kujutab endast ümberehitatud tehnilist kaalu, mille vasak taldrük on asendatud reguleeritava pikkusega varda ja selle külge kinnitatud metallkettaga (soovitavalt roostevabast terasest), mille all asub lamedapõhjaline metallnõu uuritava mulla paigutamiseks. Parempoolisel taldrükul paikneb nõu liiva mahutamiseks. Et kaal oleks enne määramist tasakaalus, peavad vasakpoolne varras + ketas ja parempoolne taldrük + tühj liivanõu olema võrdse massiga.



Joonis 11. Katšinski seade kleepuvuse määramiseks

Mullaproovid (igalt mullalt või katsevariandilt 1...1,5 kg) võetakse kleepuvuse määramiseks analoogselt struktuursuse määramiseks ettenähtud proovidega ja kuivatatakse õhukuivaks. Ühekordseks analüüsiks võetakse 250...300 g õhukuiva mulda, eraldatakse sellest taimeosad, peenendatakse ettevaatlikult uhmris kummiotsikuga uhmrinuiaga, sõelutakse läbi 1-mm avadega sõela, võetakse sellest 100 g ja paigutatakse alumiinium- või portselankaussi mahutavusega 300...500 ml.

Et objektiivselt hinnata muldade kleepuvust, tuleks määramised teha viie erineva niiskusesisalduse juures: esimene määramine siis, kui mulda hakkab kleepuma metallketta külge; järgmised neli niiskuseastet luua nii, et suurendada mulla niiskusesisaldust 5 % kaupa. Selleks on teada määramiseks kasutatava õhukuiva mulla niiskusesisaldus (see tuleks määrata eelmisel päeval).

Teades õhukuiva mulla niiskusesisaldust (olgu see antud juhul 3,6 %), lisame sellele pipetiga esialgu näiteks 4,0 cm³ vett, segame hoolikalt klaaspulgaga ja saame 7,6-% niiskusesisaldusega mulda. Kui selle niiskusesisalduse juures muld veel metallkettale ei kleepu, lisame järk-järgult kindla koguse vett, segame ja proovime uuesti. Oletame, et 2 cm³ vee lisamisel hakkas muld kleepuma, seega 9,6-% niiskusesisalduse juures, ja nüüd tehaksegi esimene määramine. Selleks paigutatakse hästi segatud muld tasa-

se põhjaga madalasse silindrikujulisse 6...8-cm läbimõõduga nõusse.

Mullapind nõus tasandatakse ja nõu paigutatakse Katšinski seadme vasakule poolele metallketta alla. Nõu kinnitatakse seadme aluse külge, sest enam kleepuvate muldade korral võib kleepuvus ületada nõu ja mulla massi ning nõu tõstetakse määramisketta poolt üles.

Seejärel vabastatakse kaaluseade arretiir ja metallketas viiakse kokkupuutesse nõus oleva mullaga. Parema kontakti saavutamiseks asetatakse metallkettale üheks minutiks 200-g kaaluviht. Pärast kaaluvihi eemaldamist lisatakse seadme parempoolsel kaalukaasil olevasse nõusse vähehaaval liiva, kuni metallketas tuleb mulla küljest lahti. Liiv, mis kulus ketta lahtirebimiseks, kaalutakse ja arvutatakse kleepuvus (g/cm²): liiva mass jagatakse metallketta pindalaga (cm²). Määramiseks kasutatud muld paigutatakse määramisnõust uuesti portselan- või alumiiniumnõusse, lisatakse 5 cm³ vett (saadakse 14,6-% niiskusesisaldus) ja tehakse uus määramine jne.

Andmed kantakse järgmisevormilisse tabelisse.

Määramise aeg
Metallketta pindala 32 cm².

Jrk nr	Mulla või uuritava katsevariandi (kat-selapi) nimetus (nr)	Näitajad	Mulla niiskus %				
			9,6	14,6	19,6	24,6	29,6
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Variant nr 3	Metallketta lahtirebimiseks kulunud liiva mass (M) g	1,0	36,0	jne.		
		Kleepuvus (K ₁) g/cm ²	0,03	1,13	jne.		

Andmete alusel võib koostada ka graafiku, kus mulla niiskusesisaldus kantakse abstsissiteljele ja kleepuvuse näitajad ordinaatiteljele.

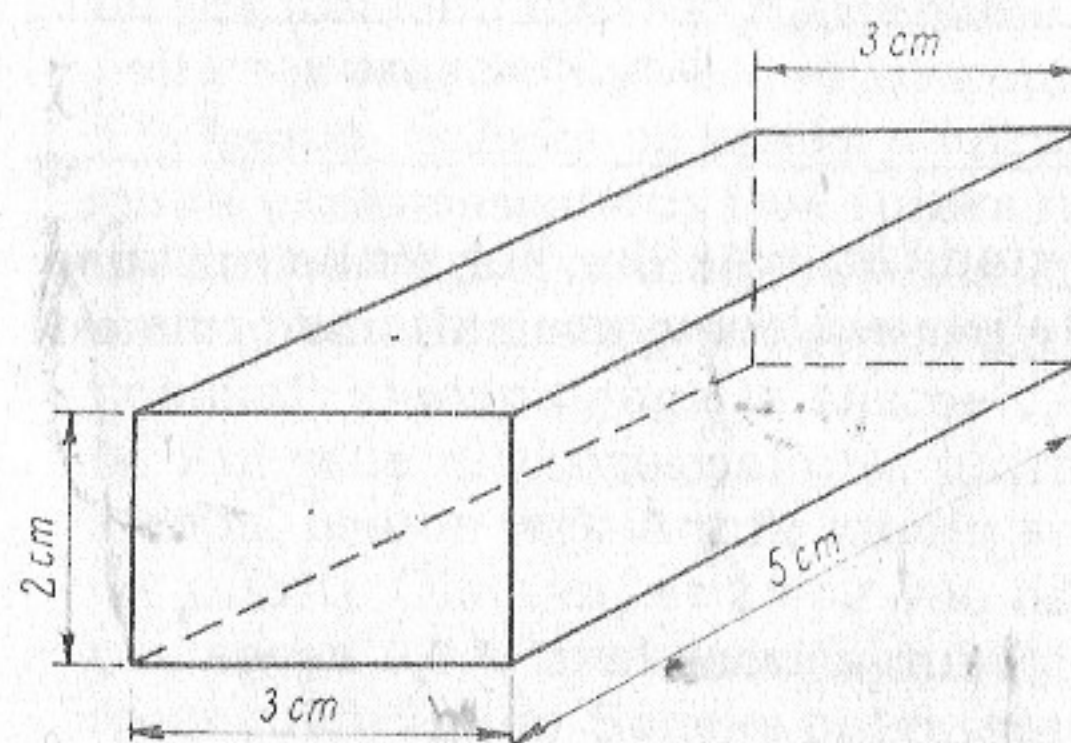
2.5. Mulla mahuline muutumine ja selle määramine

Mulla mahu vähenemine (kokkutõmbumine) kuivades ja suurenemine (paisumine) märgudes omab olulist tähtsust mullaharimisvõtete ja -aegade valikul. Et mulla suur kokkutõmbumis- ja paisumisvõime suureneb mulla vahelduval külmumisel ja sulamisel taimejuurte vigastusi ja isegi taimede väljakerkimist muldest, siis võimaldab muldade mahulise muutumise tundmine prognoosida kasvuaegseid taimekahjustusi ja rakendada vajalikke vastuabinõusid.

2.5.1. Mulla mahulise muutumise hindamine mulla kokkutõmbuvuse määramise teel

Vajalikud vahendid: 1) kindlakujuline (5×3×2 cm) plekist või plastmassist vorm (joonis 12); 2) uhmer; 3) kummiotsikuga uhmri- nui; 4) 1-mm avadega sõel; 5) klaaspulk; 6) vaseliin; 7) väike portselan- või alumiiniumnõu; 8) pipett mahuga 25 või 50 cm³; 9) 1...1,5 cm laiune plastmass- või puulabidake; 10) kuivatus- kapp; 11) eksikaator CaCl₂-ga.

Mullaproovid võetakse analoogselt struktuursuse määramiseks ettenähtud proovidega ja kuivatatakse õhukuivaks. Määramiseks võetakse 100 g õhukuiva mulda, peenendatakse uhmris kummiotsikuga uhmri- nui abil, sõelutakse läbi 1-mm avadega sõela ja paigutatakse portselan- või alumiiniumnõusse. Et mullaproov tuleb niisutada kuni plastilisuse ülempiiri niiskuse- ni, siis tuleb sellele kõigepealt määrata plastilisus. Enne on vaja teada õhukuiva mulla niiskusesisaldust. Oletame, et õhukuiva mulla niiskusesisaldus on 3,2 %, plastilisuse ülempiiri niiskus 27,5 %. Et



Joonis 12. Plekist või plast- massist vorm mulla mahu- lise muutumise määrami- seks

meil on tegemist 100 g õhukuiva mullaga, milles on 3,2 % niiskust, siis tuleb plastilisuse ülempiiri niiskuse saavutamiseks mullale lisada 27,5 miinus 3,2, s. o. 24,3 cm³ vett.

Pärast vee lisamist segatakse muld klaaspulgaga hoolikalt läbi ja paigutatakse vormidesse (määratakse vähemalt kolmes kor- duses), mille siseseinad on vaseliiniga määratud. Muld vormides tassandatakse selleks valmistatud 1...1,5 cm laiuse plastmass- või puulabidakesega ja mulla pinnale tõmmatakse piki diagonaa- li 2...3 mm sügavused vaokesed.

Seejärel kuivatatakse mullaproove toatemperatuuril, kuni muld on vormide seintest eemaldunud, paigutatakse siis kuiva- tuskappi ja kuivatatakse 105 °C juures absoluutkuivaks. Pärast eksikaatoris jahutamist mõõdetakse mullatahuka pikkus (l_2), laius (b_2), kõrgus (h_2) ja diagonaali pikkus (D_2). Esialgsed mullata- huka mõõtmised on teada (vorm on kindlakujuline): pikkus 50 mm, laius 30 mm, kõrgus 20 mm ja diagonaal 60 mm.

Arvutame mullatahuka mahud:

$$V_1 = l_1 \cdot b_1 \cdot h_1 = 50 \cdot 30 \cdot 20 = 3000 \text{ (mm}^3\text{)};$$

$$V_2 = l_2 \cdot b_2 \cdot h_2 \text{ (arvutatakse mõõtmisandmete alusel igal määra- misel), kus}$$

V_1 — mulla maht enne kuivatamist,

V_2 — mulla maht pärast kuivatamist.

Diagonaalide pikkused:

$D_1 = 60 \text{ mm,}$

D_2 mõõdetakse igal määramisel.

Saadud andmete alusel arvutatakse joondeformatsioon (J_d) ja mahuline deformatsioon (V_d).

$$J_d = \frac{D_1 - D_2}{D_1} \cdot 100 \text{ (%).}$$

$$V_d = \frac{V_1 - V_2}{V_1} \cdot 100 \text{ (%).}$$

Määramise aeg

Mulla või katsevari- andi (katse- lapi) nimetus, nr	Mulla- kiht cm	Diagonaalide pikkus mm		Mulla maht cm ³		Joonde- formaat- sioon (J_d) %	Mahuline deformaat- sioon (V_d) %
		D_1	D_2	V_1	V_2		
1	2	3	4	5	6	7	8

2.6. Mulla libisemishõõrdumine

Mulla libisemishõõrdumine on mulla vastupanu teiste kehade libisemisele (liuglemisele) mööda mulla pinda.

Libisemishõõrdumine sõltub peamiselt mulla ja metalli molekulide vastastikuse külgetõmbejõu suurusest ja metallpinna karedusest-krobelisusest ning seda iseloomustab libisemishõõrdumise tegur (K_H), mis määratakse Kuloni valemiga

$$K_H = \frac{F}{N}, \text{ kus}$$

F — veojõud, mis on vajalik metallpinna (plaadi) edasiliigutamiseks mööda mullapinda kg;

N — koormis (raskusjõud) kg.

Libisemishõõrdumine sõltub kõige enam mulla niiskusest, mehaanilisest koostisest, struktuurist, huumusesisaldusest ja lasuvustihedusest.

2.6.1. Mulla libisemishõõrdumise määramine P. Bahtini meetodil

Vajalikud vahendid: 1) lehtterasest jalas (pikkus 15 ... 20 cm, laius 5 ... 6 cm); 2) kast (pikkus 60 cm, laius 10 cm, kõrgus 10 cm); 3) vedrudünamomeeter; 4) 2-, 3- ja 5-kg metallkoormis jalase koormamiseks.

Määramiseks ettenähtud muld (10 ... 15 kg) sõelutakse läbi 10-mm avadega sõela ja sellega täidetakse kast. Mulla pinnale kasti ühte otsa paigutatakse lehtterasest jalas ja selle üks koormis. Jalasega ühendatakse vedrudünamomeeter ja määratakse selle edasitõmbamiseks vajalik jõud (F) kg-des.

Libisemishõõrdumise tegur K_H leitakse edasitõmbamiseks kuuluva jõu (F) jagamise teel jalase + koormise massiga (N):

$$K_H = \frac{F}{N}, \text{ kus}$$

F — edasitõmbamiseks vajalik jõud e. veojõud kg;

N — lehtterasest jalase + koormise mass kg.

Määramised tehakse kõigi kolme koormisega, kusjuures libisemishõõrdumise tegur (K_H) peab olema ühesugune.

Andmed kantakse järgmisevormilisse tabelisse.

Määramise aeg

Mulla või katsevariandi (katselapi) nimetus (nr)	Mulla-kiht cm	Mulla niisk. %	Jalas + koormis (N) kg	Veojõu vajadus (F) kg	Libisemishõõrdumistegur (K_H)
1	2	3	4	5	6
Variant nr 1	0 ... 20 cm	15,5	2 3 5	4 6 10	2,0 2,0 2,0

2.7. Mulla struktuuritekke optimaalne niiskus

Mulla niiskusesisaldust kaaluprotsentides, mille juures mulla harimisel tekib peenematest mullaosakestest kõige rohkem agromoomiliselt optimaalse suurusega (0,25 ... 7 mm) mullaagregaate, nimetatakse **struktuuritekke optimaalseks** niiskuseks (V_{opt}).

Struktuuritekke optimaalne niiskus näitab mulla niiskusesisaldust, mille juures mullaharimine tagab mulla mehaanilise koostise elementide ja mikroagregaatide kõige parema makroagregaatideks liitumise. See niiskusesisalduse näitaja on ligilähdane optimaalsele murenemisniiskusele, kuid tavaliselt sellega täpselt kokku ei lange.

2.7.1. Mulla struktuuritekke optimaalse niiskuse määramine D. Vilenski meetodil

Vajalikud vahendid: 1) uhmer; 2) kummiotsikuga uhmrinui; 3) 0,25-mm avadega sõel; 4) kaalud täpsusega vähemalt 0,1 g; 5) kühvel või lusikas; 6) portselankausid; 7) 25-cm³ mahuga pipett; 8) plastmassist või puust 2 ... 3 haruga väikesed (10 mm laiused) hargid; 9) mullasõelte komplekt; 10) alumiiniumtopsid; 11) kuivatuskapp; 12) eksikaator CaCl₂-ga; 13) vee- või liivavann.

Üldlevinud meetoodika järgi võetud mullaproovid kuivatatakse õhukuivaks, pannakse uhmrisesse, peenendatakse ettevaatlikult kummiotsikuga uhmrinuia abil ja sõelutakse läbi 0,25-mm avadega sõela. Seejärel määratakse õhukuiva mulla niiskusesisaldus.

Struktuuritekke optimaalse niiskuse määramiseks võetakse 12 kaalutist (à 50 g) sõelutud õhukuiva mulda ja paigutatakse nummerdatud portselankaussidesse. Et saada erineva niiskusesisaldusega mullaproove, lisatakse portselankaussidesse erinevad kogused vett: 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10; 11; 12; 13; 14; 15 cm³. Näiteks 3% kaalulise niiskusega õhukuiva mulla 50-grammistele proovidele ülal-

toodud veekoguste lisamisel saadakse proovid, mille niiskusesisaldus pärast segamist on vastavalt 11; 13; 15; 17; 19; 21; 23; 25; 27; 29; 31 ja 33 %.

Pärast vee lisamist segatakse mullaproove väikeste hargikestega, kuni lõpeb agregaatide moodustumine. Seejärel proovid kuivatatakse laboratooriumis või veevannil (ka liivavannil) õhu-kuivaks ja sõelutakse (iga nõu eraldi) läbi mulla sõelte komplekti, milles on järgmiste avadega sõelad: 7; 5; 3; 2; 1; 0,5; 0,25 mm. Sõeltele jäänud muld kaalutakse ja saadud andmete alusel arvutatakse struktuuritekke näitaja (K):

$$K = \frac{C}{B}, \text{ kus}$$

C — 0,25- kuni 7-mm fraktsioonide mass kokku g;

B — üle 7-mm ja alla 0,25-mm fraktsioonide mass kokku g.

Andmed kantakse järgmisevormilisse tabelisse.

Määramise aeg

Mulla või katse- variandi (katse- lapi) ni- metus, nr	Mulla- kiht cm	Mulla niis- kus (V ₀) %	Moodustus mulla agregaatide Ø-ga mm							Struk- tuuri- tekke näita- ja (K)
			>7	6...5	3...1	0,5...<0,25				
				5...3	1...0,5	0,25				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		11								
		13								
		15								
		17								
		19								
1	0...20	21								
		23								
		25								
		27								
		29								
		31								
		33								

Andmed võib lisada graafiliselt: abtsissteljele paigutatakse niiskuse ja ordinaatteljele struktuuritekke näitajad (K).

2.8. Mulla optimaalne murenemisniiskuse

Mulla harimiskõlblikkuse («küpsuse») all mõistetakse mulla omadust laguneda mullaharimise mõjul agronoomiliselt optimaalse suurusega mulla agregaatideks (Ø 0,25 ... 10 mm, mõnede autorite järgi 0,25 ... 7 mm).

Tähtsaim näitaja, millest sõltub mulla harimiskõlblikkus, on mulla niiskusesisaldus. Seepärast otsustatakse harimiskõlblikkuse üle just mulla niiskusesisalduse järgi, mida nimetatakse **mulla optimaalseks murenemisniiskuseks**. Optimaalne murenemisniiskuse sõltub mulla omadustest. Rasketel savimuldadel on see umbes 50 % väliveemahutavusest, liivsavimuldadel 40 ... 60 %; liivmuldadel, kus mullaosakesed on üksteisega väga nõrgalt seotud, omab niiskuse murenemise seisukohalt vähest tähtsust.

Kuigi optimaalne murenemisniiskuse on agronoomile õigete mullaharimisaegade valikul (eriti rasketel muldadel) mõõdapääsmatult vajalik, pole selle määramiseks ühtki täpset ja kiiret meetodit. Tulevikus peaks agronoom teadma iga mulla (põllu) optimaalse murenemisniiskuse vahemikku ja kasutama mulla niiskuse elektroonilist kiirmõõtmist. Praegu piirduakse organoleptilise meetodiga.

2.8.1. Mulla optimaalse murenemisniiskuse organoleptiline määramine

Määramiseks võetakse põllul uuritavast mullakihist peoga mulda, pigistatakse ja hinnatakse järgmiselt.

1. **Märg muld** — mulla peos pigistamisel eraldub vaba vesi ja immitseb sõrmede vahelt.

See on niiskuse, mille korral traktorid ja autod ei tohi tühjalt ega koormatult põllul liikuda, sest sellega kaasneks mulla ulatuslik tihenemine, struktuuri lõhkumine, põllule sügavate (20 ... 30 cm) süvendite teke jne. Selle tagajärjel halveneb mulla vee- ja õhurežiim ning vähenevad kultuuride saagid.

2. **Niiske muld** — mulla peos pigistamisel vaba vesi läbi sõrmevahede ei immitse, kuid peopesa niiskub ja muld deformeerub kergesti; 1 m kõrguselt langeva mullaklombi pinnale võivad tekkida lõhed, kuid ta ei murene väiksemateks tükkideks.

Selle niiskuse korral (kui põld kannab ega teki roopaid) võib alustada kerge lõimisega muldade harimist. Keskmise ja raske lõimisega muldadel võib alustada mineraal- ja orgaaniliste väetiste külvi, kui need pole juba antud sügiskünni alla.

3. **Parasniiske e. optimaalse murenemisniiskusega muld** — mulda vastu surutud filterpaber veel märgub; 1 m kõrguselt langev peos kokkupigistatud mullaklomp mureneb väikesteks tükki-
deks (mullaagregaatideks).

See on sobivaim aeg põllutöödeks (mullaharimine, väetamine jne.) neil muldadel ning seda tuleb maksimaalselt kasutada.

4. **Rõske muld** — kompimisel tundub jahe, kuid ei kleepu kätele; 1 m kõrguselt langedes mureneb, kuid suuremateks tükkideks kui parasniiske muld; sõrmede vahel murendamisel ei teki veel tolmu.

Mullaharimiseks on eelmise niiskustaseme võrreldes juba palju halvemad tingimused. Et aga optimaalse murenemisniiskuse juures ei suudeta veel praeguse madalavõitu tööjõudluse tõttu muldi harida, siis jätkub see kahjuks veel üsna ulatuslikult ka rõsketel muldadel.

5. **Kuiv muld** — sõrmede vahel murendamisel tekib tolm.

Sellist mulda ei tohiks enam harida, sest sellega kaasneb paratamatult mullaagregaatide tolmustumine ning mulla vee- ja õhurežiimi järsk halvenemine pindmises mullakihis. Kahjuks tuleb mitmetel põhjustel mulda harida ka veel selles niiskustasmes.

II. MULDADE HÜDROFÜÜSIKALISED OMADUSED JA NENDE UURIMISMEETODID

Mulla veerežiimil on taimede elus äärmiselt suur tähtsus. Taimede veega varustatuse hindamisel ei piisa ainult mulla niiskusesisalduse määramisest, vaid on vaja teada, milline on mulla veeläbilaskvus ja kui palju vett suudab muld kinni pidada, s. t. milline on tema veemahutavus. Veemahutavuse liike, nn. hüdroloogilisi konstante, on palju ja nende põhjal saame määrata ja hinnata eri veeliikide osatähtsust mullas ning kindlaks teha taimede poolt mitteomastatava, raskesti omastatava ja kergesti omastatava veevaru suuruse. Seepärast on hüdrofüüsikaliste omaduste ja nende uurimismetoodika üksikasjaline tundmine agronoomidele mõõdapääsmatult vajalik.

1. Mulla niiskus

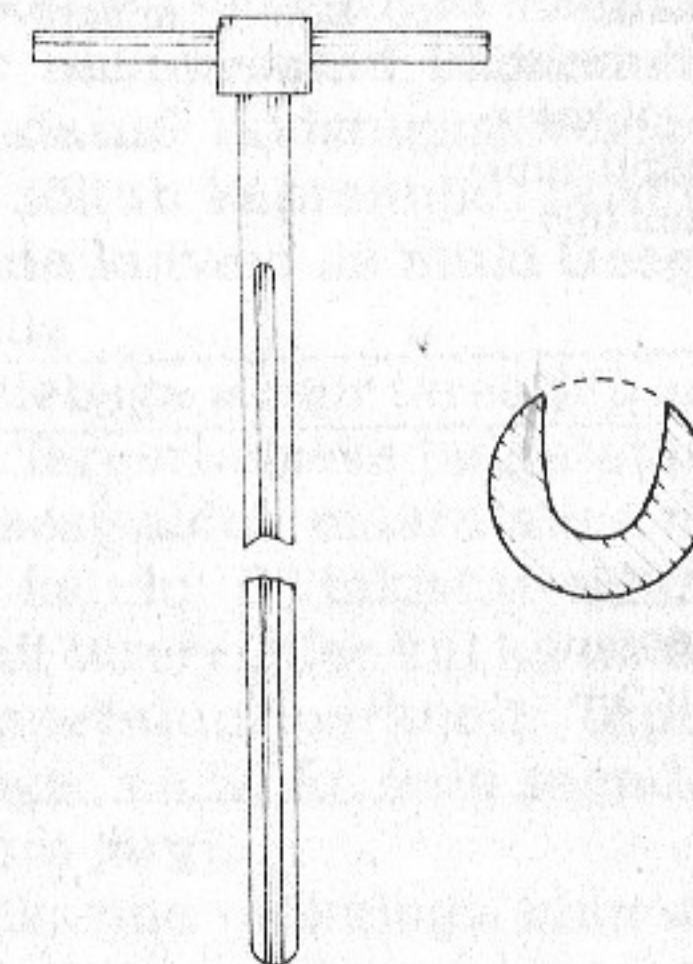
Mulla niiskus näitab veesisaldust mullas ja seda väljendatakse kas kaaluprotsentides absoluutkuivast mullast, mahuprotsentides mulla mahust või protsentides väliveemahutavusest.

Et mulla niiskus pidevalt muutub, siis määratakse seda uurimisperioodi jooksul mitu korda, kusjuures määramisajad valitakse tavaliselt kas lähtudes taimede kasvufaasidest või agrotehniliste võtete rakendamise aegadest. Olenevalt uurimise eesmärgist ja ülesannetest määratakse mulla niiskus kas mõnes mullakihis või kogu taimejuurte levikupiirkonnas kihtide kaupa (0 ... 10; 11 ... 20 jne).

1.1. Mulla kaalulise niiskuse määramine proovide kuivatamisega kuivatuskapis

Vajalikud vahendid: 1) puur mullaproovide võtmiseks; 2) konksuga kühvel mulla eraldamiseks puurist; 3) alumiiniumtopsid; 4) kaal täpsusega 0,01 g; 5) kuivatuskapp; 6) näpitstangid; 7) eksikaator CaCl_2 -ga; 8) kast alumiiniumtopside transportimiseks.

Mullaproovid niiskuse määramiseks võetakse eripuuriga (joonis 13), mis surutakse selleks ettenähtud sügavuses mulda. Muldatungimise sügavust hinnatakse puuri välisosale kantud süvendite järgi. Enne mullast väljatõmbamist pööratakse puuri kellaosuti liikumise suunas 1 ... 2 korda. Mullast väljatõmmatud puurist eraldatakse muld konksuga kühvlikese abil ja paigutatakse



Joonis 13. Mullapuur mullaproovide võtmiseks

kaalutud alumiiniumtopsidesse (m_1). Alumiiniumtopsid suletakse kiiresti kaanega ja kaalutakse kohe täpsusega 0,01 g. Kui põllul puudub kaalumise võimalus, siis tuleb alumiiniumtopsid vähemalt iga tunni tagant viia laboratooriumi ja seal viivitamatult kaaluda (m_2). Seejärel eemaldatakse alumiiniumtopsidel kaaned, kinnitatakse need põhjade külge ja alumiiniumtopsid paigutatakse kuivatuskappi ning kuivatatakse 105 °C juures püsiva massini, s. t. absoluutkuivaks. Et vältida tülikaid kontrollkaalumisi (esimene soovitatakse teha 6 tunni järel), on õige pikendada kuivatusaega vähemalt 12 tunnini, mis tagab autori kogemustel iga suguste muldade absoluutse kuivuse. Siis võetakse alumiiniumtopsid kuivatuskapist välja, kaanetatakse, paigutatakse eksikaatorisse jahtuma ning seejärel kaalutakse (m_3).

Mulla niiskusesisaldus kaaluprotsentides (V_o) leitakse järgmiselt:

$$V_o = \frac{m_2 - m_3}{m_3 - m_1} \cdot 100, \text{ kus}$$

V_o — mulla niiskusesisaldus kaaluprotsentides;

m_1 — tühja alumiiniumtopsi mass g;

m_2 — alumiiniumtopsi + kuivatamata mulla mass g;

m_3 — alumiiniumtopsi + absoluutkuiva mulla mass g.

Tõepäraste andmete saamiseks tuleb niiskuse määramised igal mullal või uuritava katsevariandil (katselapil) teha neljas korduses ja andmed kanda järgmisevormilisse tabelisse.

Määramise aeg

Mulla, katsevariandi (või katselapi) nimetus (nr)	Mulla-kiht cm	Määramiskordus	Alumiiniumtopsi nr	Alumiiniumtopsi mass (m_1) g	Alumiiniumtopsi + kuivatamata mulla mass (m_2) g	Alumiiniumtopsi + absoluutkuiva mulla mass (m_3) g	Mulla niiskusesisaldus kaaluprotsentides (V_o) %
		1	10	38,0	90,1	79,2	28,5
		2	12	38,1	93,0	81,8	25,6
Katsevariant nr 2	0 ... 10	3	13	37,9	86,8	76,5	26,7
		4	14	38,4	95,1	83,6	25,4
		\bar{x}					26,0

Mulla niiskusesisalduse mahuliseks iseloomustamiseks tuleb see väljendada mahuprotsentides mulla mahust, mis leitakse järgmiselt:

$$W_o \% = V_o \cdot D_m, \text{ kus}$$

W_o — mulla niiskusesisaldus mahuprotsentides mulla kogumahust;

V_o — mulla niiskusesisaldus kaaluprotsentides;

D_m — mulla lasuvustihedus g/cm³.

Seejärel võime arvutada ka uuritava mullakihi veevaru millimeetrites või m³-tes hektari kohta järgmiselt:

$$W_v = 0,1 \cdot W_o \cdot h \text{ (mm) või}$$

$$W_v = W_o \cdot h \text{ (m}^3\text{/ha), kus}$$

h — uuritava mullakihi tusedus cm;

0,1 — tegur.

1.2. Mulla niiskuse määramise kiirmeetodid

Kuigi eespool kirjeldatud määramismeetod on piisavalt usaldusväärne ja täpne, kulub selleks üsna palju aega.

Määramise kiirendamiseks on kasutusele võetud mitmeid uusi meetodeid, nagu elektriline meetod, kiirmeetodid infrapunaste kiirte ja Tšizovi pliidi kasutamisega jne.

1.2.1. Mulla niiskuse määramine niiskusemõõturiga AM-11

Elektriline niiskusemõõtur AM-11 koosneb takistusmõõturist (meger) ja anduritest. Andur koosneb kahest isoleeritud söepladikesest — elektrodid, mille ümber on mässitud kapronniit. Elektrodid on juhtmete kaudu ühendatud takistusmõõturiga. Anduri elektrodidevaheline takistus sõltub kapronniidi niiskusest, see omakorda veesisaldusest. Mida kuivem on muld (seega ka kapronniit), seda suurem on takistus.

Enne andurite muldapaigutamist tuleb iga andur tareerida samas mullas, millesse ta paigutatakse. Tareerimiseks paigutatakse andur mullamonoliiti, mille niiskusesisaldus määratakse nii kaalumise kui ka anduri takistuse kaudu. Et takistus sõltub mulla temperatuurist, siis tuleb seda nii tareerimise kui ka mõõtmise ajal mõõta ja võtta arvesse temperatuuriparandit. Täpse tareerimise korral ei ületa mõõtmisviga ±5 %. Et seda tagada, tuleb mõõturit kasutada täpselt juhendi järgi.

Mõõtur võimaldab märgatavalt väiksema töökuluga hinnata niiskuse dünaamikat mullas.

2. Mulla maksimaalne hügrokoopsus

Maksimaalne hügrokoopsus (W_{mh}) näitab mulla niiskust %-des, mida muld on võimeline siduma veega peaaegu küllastunud (umbes 94 %) õhust. W_{mh} sõltub otseselt mulla eripinna suurusest: mida suurem on mulla eripind, seda suurem on ka maksimaalne hügrokoopsus ja vastupidi. Kõige suurem on maksimaalne hügrokoopsus raske lõimise ja suure huumusesisaldusega mulda des ning kõige madalam kerge lõimisega huumusvaestes mulda des.

Maksimaalse hügrokoopsuse teadmine on eriti oluline, sest et selle alusel saab määrata närbumispunkti niiskust (W_{nrb}). Nagu paljud uurimused on näidanud, kõigub närbumispunkti niiskus umbes 1,5-kordse maksimaalse hügrokoopsuse piirides.

Tabelis 10 on toodud orienteerivalt maksimaalne hüdrokoop sus erineva mehaanilise koostisega muldades.

Tabel 10

Muld	Maksimaalne hügrokoopsus (W_{mh}) %	Muld	Maksimaalne hügrokoopsus (W_{mh}) %
Liiv	0,01 ... 1,5	Raske liivsavi	6 ... 8
Saviliiv	1,5 ... 3	Tolmjas savi	8 ... 12
Kerge liivsavi	3 ... 5	Savi	12 ... 18
Keskmine liivsavi	5 ... 6	Turvas	üle 18

Maksimaalse hügrokoopsuse määramiseks on mitmeid meetodeid: E. Mitscherlichi, V. Frantsessovi, A. Nikolajevi meetodid jt. Nendest üks lihtsamaid, kuid üsna täpne on A. Nikolajevi meetod.

2.1. Mulla maksimaalse hügrokoopsuse määramine A. Nikolajevi meetodil

Vajalikud vahendid: 1) uhmer; 2) kummiotsikuga uhmrinui; 3) 1 mm avadega sõel; 4) kaalud täpsusega 0,01 g; 5) eksikaator küllastatud kaaliumsulfaadilahusega (K_2SO_4); 6) analüütilised kaalud; 7) eksikaator fosforhappeanhüriidi lahusega; 8) portselannõud või kaaluklaasid; 9) kuivatuskapp; 10) näpistangid.

Mullaproovid uuritavast mullast võetakse üldlevinud meetodi ka alusel ja kuivatatakse õhukuivaks. Õhukuivast mullast võe

takse keskmine proov (umbes 100 g), sellest eraldatakse taimeosad, paigutatakse uhmrisse, peenendatakse ettevaatlikult kummiotsikuga uhmrinui abil ja sõelutakse läbi 1-mm avadega sõela.

Määramiseks kaalutakse 5 g õhukuiva mulda analüütilistel kaaludel kaalutud väikesesse portselannõusse (või kaaluklaasi) ja paigutatakse see avatult eksikaatorisse küllastatud kaaliumsulfaadilahuse (K_2SO_4) kohale. Kord nädalas kontrollitakse mulla massi analüütilistel kaaludel, kuni see enam ei suurene. Saadud suurim mass võetakse arvutamisel aluseks. Seejärel paigutatakse määramisnõu koos mullaga kuivatuskappi, kuivatatakse 105 °C juures 5 tundi, jahutatakse eksikaatoris fosforhappeanhüriidi kohal ja kaalutakse 1-mg täpsusega. Määramised tehakse neljas korduses.

Maksimaalne hügrokoopsus (W_{mh}) arvutatakse järgmiselt:

$$W_{mh} \% = \frac{m_2 - m_3}{m_3 - m_1} \cdot 100, \text{ kus}$$

m_1 — määramiseks kasutatud nõu mass g;

m_2 — nõu ja veeaurudega küllastunud mulla mass g;

m_3 — nõu ja absoluutkuiva mulla mass g.

Määramisandmed kantakse järgmisevormilisse tabelisse.

Mulla või katsevariandi (katse-lapi) nime-tus (nr)	Mulla-kiht cm	Nõu nr	Nõu mass (m_1) g	Nõu + mulla mass g küllastumise jooksul ja lõpus (m_2)			Nõu + absoluut-kuiva mulla mass (m_3)	Maksi-maalne hügro-skoopsus (W_{mh})%
				1	2	lõpus		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Katse-variant nr 1	0 ... 10	1						
		2						
		3						
		3						
		4						
		\bar{x}	-	-	-	-	-	

3. Närbumispunkti niiskus ja selle määramine

Närbumispunkti niiskuseks (W_{nrb}) nimetatakse mulla niiskusesisaldust, mille juures taimedel ilmnevad esimesed närbumistunnused, mis ei kao 12-tunnise viibimise järel veeauruga küllastu

nud keskkonnas. Närbumispunkti niiskus näitab mulla produktiivse veevaru alumist piiri.

Närbumispunkti niiskuse määramiseks on mitmeid meetodeid, millest enam kasutatavad on idandite meetod, V. Frantsevi meetod ja S. Dolgovi meetod.

3.1. Närbumispunkti niiskuse määramine idandite meetodil

Vajalikud vahendid: 1) 100-cm³ mahuga alumiinium- või klaasnõud; 2) 1-mm avadega mullasõel; 3) 8...10-mm klaastoru; 4) suur eksikaator või klaaskuppel nende paigutamiseks; 5) alumiiniumtopsid; 6) kaal täpsusega 0,01 g; 7) kuivatuskapp; 8) näpitsad; 9) eksikaator CaCl₂-ga.

Määramiseks kasutatakse läbi 1-mm avadega sõela sõelutud õhukuiva mulda.

Esmalt puistatakse 100-cm³ mahutavusega alumiinium- või klaasnõusse umbes 1 cm tusedune liivakiht. Seejärel paigutatakse nõusse 8...10-mm klaastoru, mis peab ulatuma veidi üle nõu ääre. Siis täidetakse nõu peaaegu ääreni alla 1-mm läbimõõduga mullaosakestest koosneva õhukuiva mullaga, mille lasuvustiheus on ühtlane (ligikaudu 1,2 g/cm³), ja külvatakse nõusse 4...5 odraseemet. Klaastoru kaudu niisutatakse mulda toitaletiga rikastatud veega 80 %-ni täielikust e. maksimaalsest veemahutavusest. Selleks on vaja teada mulla täielikku veemahutavust (W_{maks}) ja nõusse paigutatud õhukuiva mulla niiskusesisaldust (V_o).

Nõusid mullaga hoitakse toatemperatuuril valgustatud ruumis, kuid nii, et otsene päikesevalgus neile peale ei paistaks.

Kui tärnanud taimed on jõudnud esimese pärislehe faasi, jäetakse igasse nõusse vaid kaks kõige paremini arenenud taime, ülejäänud eemaldatakse.

Et nõude mass püsiks stabiilne (60 % maksimaalsest veemahutavusest), lisatakse igal hommikul ja õhtul klaastoru kaudu vett. Kui taimedel ilmub kolmas pärisleht, siis kastmine lõpetatakse, mulla pinnale valatakse pooljahtunud parafiini ja tehnilise vaseliini segu (vahekorras 4:1) ning klaastoru suletakse vatitampooniga. Gaasivahetuseks tehakse hangunud segusse nõõpnõeltega mõned avad.

Kui odralehed hakkavad närbuma, paigutatakse nõud kas eksikaatorisse või klaaskupli alla, mille põhi on kaetud veega, et keskkond oleks veeauruga küllastunud. Pärast seda, kui odralehtedes on turgor taastunud, paigutatakse nõud uuesti valgustatud

ruumi. Närbumispunkti niiskuse kriteeriumiks on taimede seisund, mille korral nad ka pärast 12-tunnist viibimist veeauruga küllastunud keskkonnas (eksikaator, klaaskuppel) ei taasta oma turgorit. Sellises seisundis taimed eemaldatakse mullast, pindmine mullakiht koos hangunud parafiini ja vaseliini seguga kõrvaldatakse, võetakse kiiresti mullaproov (ilma taimejuurteta), see paigutatakse alumiiniumtopsi ning määratakse mulla niiskus kaaluprotsentides, mis ongi närbumispunkti niiskus (W_{nrb}).

Mulla niiskus määratakse neljas korduses ja andmed kantakse samavormilisse tabelisse nagu kaalulise niiskuse määramise andmedki.

3.2. Närbumispunkti niiskuse määramine arvutuslikul teel

Närbumispunkti niiskuse võib rahuldava täpsusega leida ka arvutuslikul teel, lähtudes mulla maksimaalse hügroskoopsuse andmetest. Selleks korrutatakse maksimaalse hügroskoopsuse näitaja (%-des) koefitsiendiga, mis sõltub maksimaalse hügroskoopsuse määramisel kasutatud meetodist. Kui maksimaalne hügroskoopsus määrati A. Nikolajevi meetodil, on V. Dokutšajevi nimelise Mullainstituudi töötajate arvates soovitatav kasutada tegurit 1,34:

$$W_{nrb} \% = W_{mh} \cdot 1,34.$$

Uurimistöös, mille eesmärgiks on muldade närbumispunkti niiskuse spetsiifiline uurimine, see meetod ei sobi.

4. Mulla veemahutavus, selle liigid ja määramine

Mulla veemahutavuse all mõistame vee kinnipidamise võimet. Sõltuvalt mulla vee kinnipidamise tingimustest eristatakse järgmisi olulisemaid veemahutavuse liike: maksimaalne molekulaarne veemahutavus (W_{mm}), väliveemahutavus (W_v), kapillaarne veemahutavus (W_{kap}), täielik e. maksimaalne veemahutavus (W_{maks}).

4.1. Mulla maksimaalne molekulaarne veemahutavus (W_{mm})

Mulla maksimaalse molekulaarse veemahutavuse moodustab kogu seotud vesi ja osa liikumatut kapillaarvett (pendulaarne vesi ja sorptsiooniliselt suletud vesi).

Mõned autorid (A. Lebedev) pidasid maksimaalset molekulaarset veemahutavust võrdseks närbumispunkti niiskusega. Hilisemad uurimised pole seda kinnitanud ja praeguste seisukohtade järgi on W_{mm} veidi suurem kui W_{narb} . Maksimaalse molekulaarse veemahutavuse ja närbumispunkti niiskuse vahe ($W_{mm} - W_{narb}$) iseloomustab võrdlemisi hästi taimede poolt raskesti omastatava vee hulka mullas.

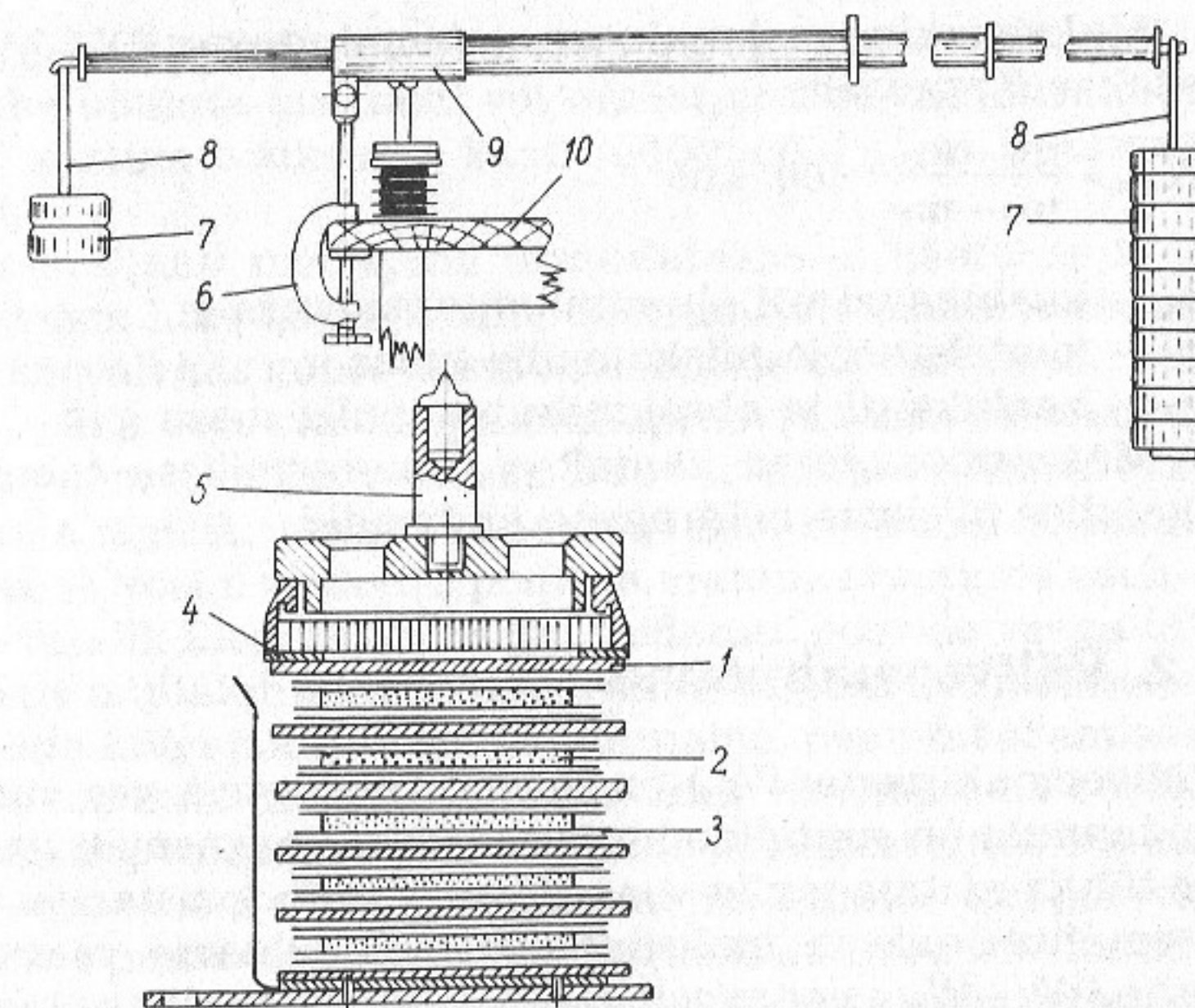
4.1.1. Maksimaalse molekulaarse veemahutavuse määramine Litvinovi seadmega

Vajalikud vahendid: 1) Litvinovi seade; 2) uhmer; 3) kummiotsiku-ga uhmrinui; 4) 1-mm avadega sõel; 4) portselankausid; 5) klaaspulgad; 6) analüütilised kaalud; 7) kaalukaussid või alumiiniumtopsid; a) filterpaberilehekese 6×6 cm; 9) kuivatuskapp; 10) näpitsad; 11) eksikaator $CaCl_2$ -ga.

Üldkasutatava metoodika järgi võetud ja õhukuivaks kuivatatud mullaproovist võetakse 100...150 g mulda, eraldatakse sellest taimeosad, peenendatakse uhmril ettevaatlikult kummiotsikuga uhmrinuia abil ja sõelutakse läbi 1-mm avadega sõela.

Seejärel pannakse 50...70 g sõelutud õhukuiva mulda portselankaussi ja lisatakse nii palju vett, et moodustub pastataoline mass.

Määramiseks kasutatakse välilaboratooriumi ПЛЛ-9 seadme komplekti kuuluvat Litvinovi seadet (joonis 14). Esmalt paigutatakse filterpaberilehekesele metallist šabloon (kõrgus 2 mm, läbimõõt 40 mm). See täidetakse ettevalmistatud pastataolise mulla massiga ja ülejääk lõigatakse noaga ära. Seejärel šabloon eemaldatakse ja filterpaberil paiknev proov paigutatakse filterpaberi pakkide (20 lehe paksused) vahele. Analoogselt valmistatakse 4...5 sellist pakki, asetatakse üksteisele (igaühele vahele üks metallketas) ning paigutatakse I. Litvinovi (1951) konstrueeritud kompressiooniseadme alla. (Seega võimaldab seade teha määramisi läbi 4...5 korduses, mis on matemaatiliseks töötluseks ja tõepäraste andmete saamiseks ka vajalik.) Kompressiooniseadme kang tasakaalustatakse vasturaskusega ja sellele pannakse



Joonis 14. Välilaboratooriumi ПЛЛ-9 komplekti kuuluv Litvinovi seade maksimaalse molekulaarse veemahutavuse määramiseks: 1 – metallketas; 2 – uuritavad mullaproovid; 3 – filterpaberi pakendid; 4 – lame metallšabloon; 5 – kolb koos toega; 6 – kompressiooniseade; 7 – raskused (vihid); 8 – tasakaalustavad raskused (vihid); 9 – kompressiooniseadme survet avaldav osa; 10 – seadme tugi

koormus 5 kg. et tagada vajalik rõhk 10 kg/cm^2 , peab kangi õlgade pikkuse omavaheline suhe survepinna, s. o. mullakihi pindala $12,5 \text{ cm}^2$ korral olema 1:25. Seda võib kontrollida järgmise valemi alusel:

$$p = \frac{5 \cdot 25}{12,5} = 10 \text{ kg/cm}^2, \text{ kus}$$

5 – kangi koormus kg;

25 – kangi õlgade omavaheline suhe;

12,5 – mullakihi pindala cm^2 .

Sellise rõhu alla jäetakse liivad ja saviliivad 10, liivsaivid ja saavid 30 minutiks. Nimetatud aja möödumisel eemaldatakse koormus ja filterpaberi pakkide vahel olev muld paigutatakse (igast pakist eraldi) kas kaalutud kuivadesse kaalukaussidesse või alumiiniumtopsidesse ja määratakse nende niiskusesisaldus. Selleks kaalutakse nõudes olevad mullaproovid 1-mg täpsusega 1) niiskelt (m_2) ja 2) pärast 5-tunnist 105°C juures kuivatamist (m_3).

Maksimaalne molekulaarne veemahutavus (W_{mm}) %-des arvutatakse järgmiselt:

$$W_{mm} = \frac{m_2 - m_3}{m_3 - m_1} \cdot 100, \text{ kus}$$

m_1 — kaalukaasi või alumiiniumtopsi mass g;

m_2 — kaalukaasi ja niiske mulla mass g;

m_3 — kaalukaasi ja absoluutkuiva mulla mass g.

Määramisandmed kantakse samavormilisse tabelisse nagu kaalulise niiskuse määramise andmedki.

4.2. Väliveemahutavus (W_v)

Väliveemahutavus (W_v) on seotud ja rippuva vee suurim hulk, mida muld on suuteline kinni pidama. Väliveemahutavus on väga tähtis näitaja mulla veeomaduste iseloomustamisel, sest väliveemahutavuse ja maksimaalse molekulaarse veemahutavuse vahe ($W_v - W_{mm}$ peamiselt raskesti liikuv kapillaarvesi) moodustab taimede poolt omastatava vee hulga mullas.

Maksimaalne molekulaarne veemahutavus moodustab kerges muldades (liivades ja saviliivades) umbes 50 % väliveemahtuvusest. Raskema lõimisega muldades (liivsavid ja savid) läheneb maksimaalne molekulaarne veemahutavus pidevalt väliveemahutavusele, langedes rasketes savides viimasega peaaegu kokku. Seetõttu sügaval paikneva põhjaveega ja raske lõimisega muldades kergesti omastatav vesi puudub; seal esineb ainult taimedele raskesti omastatavat ja mitteomastatavat vett.

Väliveemahutavuse andmeid kasutatakse muldade niisutusnormi arvutamisel. Kui on teada mulla väliveemahutavus ja künikihi veevaru (W_o) mm-tes või m^3 -tes, siis niisutusnorm (W_{niis}) leitakse järgmiselt:

$$W_{niis} = W_v - W_o$$

4.2.1. Väliveemahutavuse määramine

Väliveemahutavus määratakse looduslikes tingimustes. Määramiseks valitud kohal eraldatakse väljak mõõtmetega 1×1 m ja see ümbritsetakse kahes reas paiknevate 15 ... 20 cm kõrguste tihendatud mullast vallikestega. Välimiste ja seesmiste vallide vahe on 0,25 m. Nii luuakse vöönd, mis peab takistama määramisväljakule valatava vee laialivalgumist. Mullavallikeste asemel

võib väljaku ümbritseda ka vähemalt 10 cm sügavuselt mulda ulatuva kahe põhjata puukasti või muust vett mitteläbilaskvast materjalist kastiga (väiksema kasti mõõtmed 1×1 m, suuremal $1,25 \times 1,25$ m).

Määramisväljaku mullapind tasandatakse ja kaetakse 2 cm paksuse jämeda liiva kihiga. Enne määramisele asumist võetakse väljaku kõrvalt kas geneetiliste horisontide või kihtide (0 ... 10; 11 ... 20; ...; 91 ... 100 cm) kaupa mullaproovid niiskuse, lasuvustiheduse ja poorsuse määramiseks. Saadud andmete alusel määratakse mulla tegelik veevaru ja poorsus igas kihis eraldi. Teades üldpoorsuse ja veega täidetud pooride mahtu, arvutame veehulga, mis on vajalik ülejäänud (õhuga täidetud) pooride veega täitmiseks kõigis mullakihtides nii määramisväljakul kui ka katseribal. Et tagada kõigi pooride veega täitumine, peab määramiseks kasutatava vee hulk ületama arvutuslikku vähemalt 1,5 korda.

Määramiseks valatakse vett väljakule ja kaitsevallide või kastide vahele nii, et seal oleks mullapinnal määramise ajal pidevalt 2 cm tüsedune pinnaveekiht. Pärast kogu ettenähtud vee imendumist väljakul ja katseribal kaetakse need polüetüleenkilega, millele paigutatakse veel 8 ... 10-cm multšmaterjalikiht (alusturvas, saepuru, põhk vms.). Edaspidi võetakse iga 3 ... 4 päeva tagant kihtide kaupa (0 ... 10; 11 ... 20 cm jne.) kogu uuritava mullakihi ulatuses mullaproovid ja määratakse neis niiskusesisaldus. Seda tehakse seni, kuni mulla niiskusesisaldus enam-vähem stabiliseerub (ei muutu oluliselt), milleks kulub sõltuvalt mulla omadustest 1 ... 2 nädalat. Saadud püsiv niiskus vastabki mulla väliveemahutavusele (W_v) ja seda väljendatakse kas kaaluprotsentides absoluutkuivast mullast (V_o) mm-tes või m^3 -tes uuritavas mullakihis.

Andmed kantakse samavormilisse tabelisse nagu kaalulise niiskuse määramisel.

4.3. Kapillaarne veemahutavus (W_k)

Kapillaarne veemahutavus (W_k) esineb mulla kapillaarvöötmes ega ole konstantse suurusega. Kõige suurem on see põhjavee piiril ja väheneb mullapinna suunas, olles kõige väiksem kapillaarvöötme ülemisel piiril, kus ta läheneb väliveemahutavusele. Kapillaarse ja väliveemahutavuse vahe ($W_k - W_v$), s. o. kergesti liikuv kapillaarvesi, moodustabki taimede poolt kergesti omastatava vee hulga mullas. Seda vett saavad taimed kasutada siis, kui kapillaarvööde (ka põhjavesi) on maapinna lähedal. Kui põhjavesi ja ühtlasi kapillaarvööde asub sügaval, siis kapillaarse veemahutavuse määramine ei oma praktilist tähtsust.

Muldade kapillaarne veemahutavus sõltub eelkõige mulla kapillaarsest poorsusest, viimane aga mulla mehaanilisest koostisest ja mulla ehitusest. Muldi, mis sisaldavad palju iibe- ja savi osakesi ning mis on struktuuritud ja suure lasuvustihedusega, iseloomustab suur kapillaarne poorsus ja ka suur kapillaarne veemahutavus, kuid neil on halb veeläbilaskvus. Samal ajal on kerge lõimisega struktuuritud muldadel kapillaarne poorsus väike, mittekapillaarne aga suur, mistõttu need mullad on väikese kapillaarse veemahutavusega, kuid hea veeläbilaskvusega. Kõige soodsam on veerežiim struktuursetel keskmise lõimisega muldadel, sest neid iseloomustab üheaegselt suur veemahutavus ja ka hea veeläbilaskvus.

Kapillaarse veemahutavuse määramist on käsitletud alapeatükis 1.5.1. «Mulla ehituse määramine silinderpuuriga». Määramiseks võib kasutada ka väiksemaid silindreid, kuid meetodika ja määramis- ning arvutuskäik on samasugused.

4.4. Täielik e. maksimaalne veemahutavus (W_{maks})

Täieliku veemahutavuse all mõistetakse suurimat veehulka, mis mullas võib esineda, kui kõik poorid on veega täidetud. Tegelikult jääb ikkagi väike osa pooridest (ligikaudu 5...8 % mulla mahust) kokkusurutud õhuga täidetuks ja vesi sinna ei tungi. Täielik veemahutavus sõltub peamiselt mulla üldisest poorsusest. Looduses võib veemahutavus olla maksimaalne vaid mulla vett kandvas horisondis. Täieliku veemahutavuse määramiseks on mitmeid meetodeid, millest enam levinud on laboratoorne silindrite meetod ja arvutuslik meetod.

Et täieliku veemahutavuse määramine silindrite meetodil on aeganõudev ega oma arvutusliku ees olulisi eeliseid, siis piirduetakse käesolevas raamatus vaid arvutusliku meetodi käsitlemisega.

4.4.1. Täieliku e. maksimaalse veemahutavuse määramine arvutuslikul teel

Uuritava mulla täielik veemahutavus leitakse arvutuslikul teel üldise poorsuse alusel järgmiselt:

$$W_{\text{maks}} \% = (P_u \cdot D_m) + 0,4 W_{\text{mh}}, \text{ kus}$$

- P_u — uuritava mulla üldine poorsus %;
 D_m — uuritava mulla lasuvustihedus g/cm³;
 $0,4 W_{\text{mh}}$ — seotud vee suuremast tihedusest tulenev parandus, kus W_{mh} on maksimaalne hügroskoopsus.

5. Mulla veeläbilaskvus

Mulla veeläbilaskvuse all mõistetakse mulla võimet imada ja lasta endast läbi vett, juhtida seda ülemistest kihtidest alumistesse.

Vesi tungib kuiva mulda kõigepealt molekulaar- ja kapillaarjõudude mõjul ning seda nimetatakse **imendumiseks**. Edasi liigub vesi gravitatsioonijõudude mõjul ja seda nimetatakse **filtratsiooniks**.

Imendumise ajal on veeläbilaskvus suurim; vastavalt mulla veega küllastumisele muutub see järjest väiksemaks. Imendumise kiirus hinnatakse imendumisteguriga, filtratsiooni filtratsiooniteguriga. Viimane näitab filtratsiooni kiirust veega küllastunud mullas (mm-tes ajaühiku kohta).

Mulla veeläbilaskvus sõltub eelkõige mulla mehaanilisest koostisest, niiskusest, struktuurist ja lasuvustihedusest. Kerge lõimisega mullad on hea veeläbilaskvusega, kuid seovad vett halvasti; samal ajal on struktuuritute savimuldade veeläbilaskvus väga halb ja pärast tugevaid vihma võib pinnavesi olla kestev, mis kutsub esile kultuuride hukkumise või saagi vähenemise. Parima veeläbilaskvusega on struktuursed mullad.

Muldade veeläbilaskvust tuleb tingimata arvestada veeerosioonivastaste agrotehniliste võtete väljatöötamisel, hüdrotehniliste ehitiste rajamisel jm.

Absoluutseks suuruseks veeläbilaskvuse hindamisel on siiski filtratsioonitegur, mille alusel mullad jaotatakse F. Saborenski järgi kolme rühma: 1) läbilaskvad — filtratsioonitegur üle 1 m ööpäevas; 2) poolläbilaskvad — filtratsioonitegur 0,001...1 m ööpäevas; 3) mitteläbilaskvad — filtratsioonitegur alla 0,001 m ööpäevas.

Põllul määratakse veeläbilaskvust juba pikka aega lüsimetriilisel, raamide või torude meetodil.

Viimasel ajal on neile lisandunud veel määramised mitmesuguste selleks otstarbeks valmistatud seadmetega, nagu Vassiljevi-Dospehhovi seadmega, Litvinovi seadmega jne.

5.1. Mulla veeläbilaskvuse määramine raamide meetodil

Vajalikud vahendid: 1) 20 cm kõrgune metallraam mõõtmatega 50×50 cm; 2) 20 cm kõrgune metallraam mõõtmatega 25×25 cm; 3) tihendusnui mulla tihendamiseks raami äärtes; 4) labidas; 5) veenõu vee transportimiseks; 6) ämber; 7) mõõtevarras; 8) alumiinium- või puitvasar.

Metallraamide alumised ääred on teravdatud, et raame oleks võimalik 8...10 cm sügavusele mulda lüüa.

Määramiseks valitud kohal lüüakse alumiinium- või puitvasara kõigepealt 7...8 cm sügavusele mulda väline (suurem) raam, seejärel sisemine (väiksem) raam. Muld raamide sisemisel ja välisel küljel tihendatakse 1...2 cm laiuste ribadena tihendusnuiaga. Veetaseme mõõtmiseks ja selle dünaamika jälgimiseks paigutatakse mõõteraami keskele mõõtevarras. Seejärel valatakse kiiresti nii väiksemasse mõõteraami kui ka raamidevahelisse kaitseribasse umbes 8...10 cm tusedune veekiht.

Mõõteraami valatud veekogus peab olema täpselt teada (see võib olla 6,25 liitrit, mis annab 10-cm veekihi). Seejärel määratakse kindlate ajavahemike (1, 3 või 5 minutit) järel muutused mõõteraamis.

Kui on teada mulda tunginud vee hulk (cm^3) ajavahemikus (minutites) ja arvestuspind (käesoleval juhul 625 cm^2), leitakse veeläbilaskvus järgmise valemiga:

$$K = \frac{V_h}{S \cdot t} \cdot 10, \text{ kus}$$

K — veeläbilaskvus mm/min;

V_h — mõõteraamist mulda tunginud vee hulk cm^3 ;

S — mõõteraami pindala cm^2 ;

t — ekspositsioonigaeg minutites;

10 — tegur $\text{cm-te üleviimiseks mm-teks}$.

Andmed vormistatakse järgmiselt.

Analüüsi aeg: 10.07.83

Kultuur: kartul

Variandi nimetus: 27...28 cm sügavune künd

Arvestusraami pindala: 625 cm^2

Määramise algus: 10⁰⁰

Arvestusraami valatud vee hulk: 6250 cm^3 (6,25 liitrit)

Mõõtmiste aeg		Mulda tunginud vee hulk (V_h) cm^3	Ekspositsioonigaeg (t) minutites	Veeläbilaskvus (K) mm/min
tunnid	minutid			
1	2	3	4	5

5.2. Veeläbilaskvuse määramine N. Katšinski järgi torude meetodil

Vajalikud vahendid: 1) 33 cm pikkused mõõteskaalaga läbipaistvad klaas või plastmasstorud läbimõõduga 3 cm; 2) trafarett; 3) 3 cm läbimõõduga puur; 4) seade vee valamiseks torudesse.

Nimetatud meetodit kasutatakse peamiselt laboratooriumis, kuid selle järgi võib veeläbilaskvust määrata ka põllul.

Määramiseks paigutatakse $0,25\text{-m}^2$ pinnale üheaegselt üheksa gradueeritud toru. Torude paigaldamiseks asetatakse mõõteväljakule kõigepealt trafarett. Puuriga, mille läbimõõt on 3 cm, puuritakse läbi trafaretis olevate aukude mulda 6 cm sügavused augud. Puurimisel aukudesse varisenud muld eemaldatakse ja neisse paigutatakse mõõtmistorud nii, et nende alumised otsad ulatuksid aukude põhja. Muld torude ümber tihendatakse hoolikalt, et mulda ulatuvate toruosade ja mulla vahele ei jääks tühimikke.

Vesi valatakse torudesse seadmega, mis koosneb 2,5-cm läbimõõduga padrunist, mille külgedel on peened augud, sellega ühendatud kummitorst ja kummitoru teise otsa kinnitatud leht-rist. Seade võimaldab torudesse valada vett nii, et see valgub nõrga joana mööda toru seinu toru põhja. Kui toru on veega täitunud, eemaldatakse seadme padrun torust ning fikseeritakse veetase torus ja aeg.

Sõltuvalt filtratsiooni kiirusest määratakse veetase torudes 5- või 10-minutiliste vaheaegade järel. Algul on vee muldatungimise kiirus tavaliselt suur, seejärel väheneb ja lõpuks stabiliseerub. Kuiva mulla korral võib filtratsiooni algkiirus olla ka väiksem. Määramine lõpetatakse, kui viimasel kolmel korral osutub veetaseme langus torus ühesuguseks. Stabiilne vee muldatungimise kiirus vastabki mulla veeläbilaskvusele.

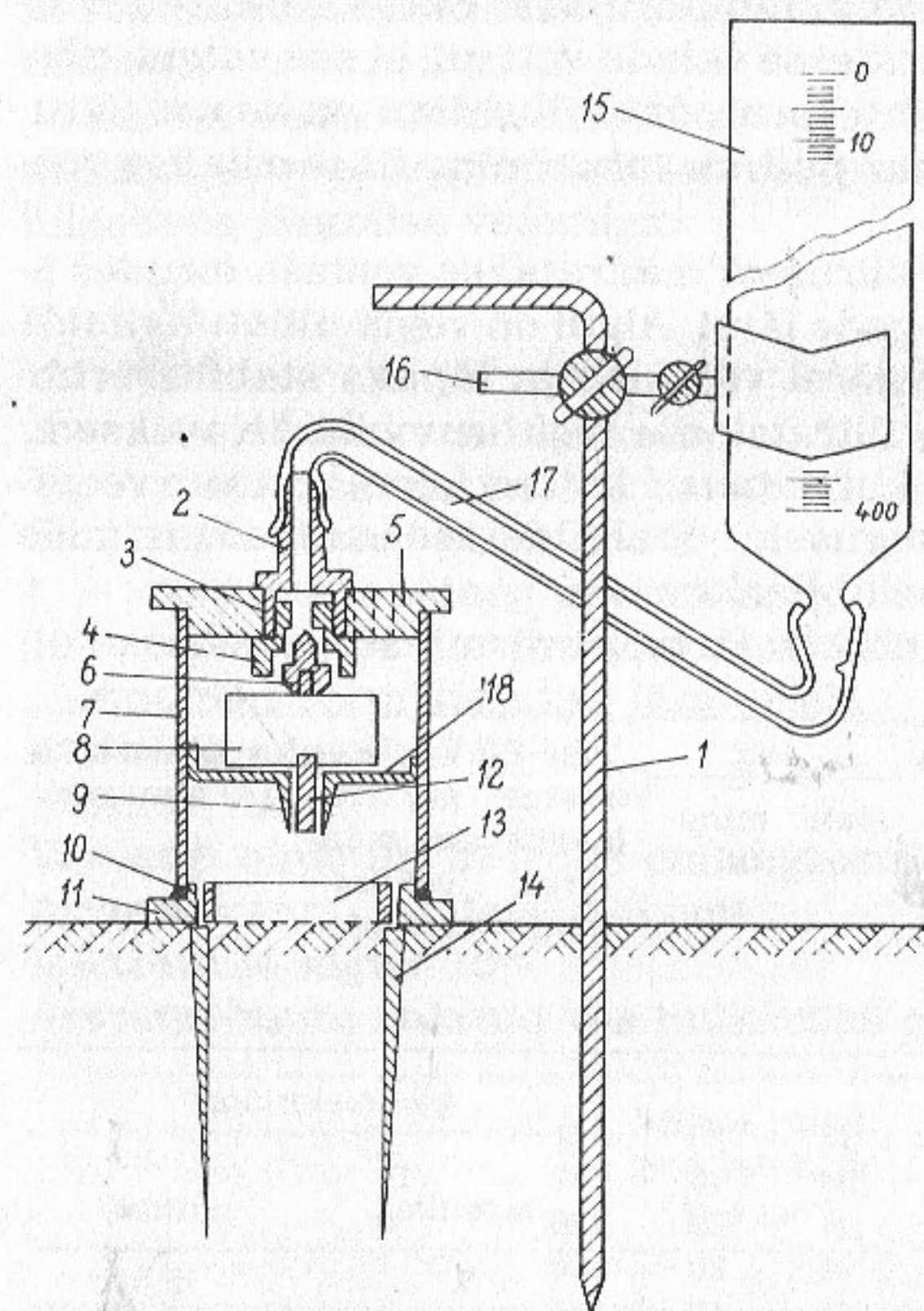
Määramisandmed kantakse järgmisevormilisse tabelisse.

Mulla või katsevariandi (katse-lapi) nimetus (nr) ja määramis-aeg	Määramistoru nr	Määramisaeg	Aeg		Veetaseme langus torus mm	Veetase me lan-gus määramise ajal mm	Veeläbilaskvus (K) mm/min
			tun-nid	minu-tid			
Katselapp nr 1; künni sügavus 28...30 cm; 6.05.1982. a.	1	1	11	00	0	-	
		2	11	10	17	17	
		3	11	20	26	9	
		4	11	30	33	7	
		5	11	40	38	5	
		6	11	50	43	5	
		7	12	00	48	5	
	jne		jne	jne	jne	jne	jne
	2						
	jne						

5.3. Veeläbilaskvuse määramine Vassiljevi-Dospehhovi seadmega

Vajalikud vahendid: Vassiljevi-Dospehhovi seade. Timirjzevi-nim. Moskva Põllumajanduse Akadeemia maaviljeluse kateedris konstrueeritud seade hõlbustab oluliselt veeläbilaskvuse määramist, võimaldades seda nii laboratooriumis kui ka põllul, nii kultuurideta kui ka kultuuridega pinnal.

Seade (joonis 15) koosneb piirderõnga ja metallsõelaga (13) padrunist (14), ujukikambrist (7), klaasist mõõtesilindrist (15) koos metallist kinnitusvardaga.



Joonis 15. Vassiljevi-Dospehhovi seade veeläbilaskvuse määramiseks: 1 — mulda vajutatav statiiv; 2 — tuts; 3 — kaas; 4 — nõelklapi korpus; 5 — kaanes olev ava; 6 — nõelklapp; 7 — ujukikamber; 8 — ujuk; 9 — juhtpuks; 10 — kummist vaheerõngad; 11 — piirav rõngas; 12 — ujuki juhtvarras; 13 — metallsõel; 14 — padrun e. fikseeriv piirdeelement; 15 — mõõtesilinder; 16 — kinnitus statiivi külge; 17 — kummivoolik; 18 — tugiplaat, mille küljes on juhtpuks

Padrun kujutab endast terassilindrit, mille läbimõõt lõikeserva suunas veidi väheneb. Ülaosas oleva vindi abil ühendatakse padrun ujukikambriga.

Ujukikambrisse on paigutatud juhtpuksiga (9) tugiplaat (18). Ülalt suletakse ujukikamber vintühenduse teel kaanega (3), mille keskele on keeratud tuts (2) koos nõelklapi korpusega (4). Kaanes olev ava (5) on ette nähtud atmosfääriõhu hoidmiseks ujukikambris.

Vee pealevoolu ja veekihi paksust mullapinnal reguleeritakse juhtvardaga (12) ja nõelklapiga (6) ujuki (8) abil. Veekulu määratakse mõõtesilindri skaala järgi millimeetrites (silindri ja padruni ristlõikepindala on võrdsed).

Enne määramise algust valmistatakse seade selleks ette — kontrollitakse korpuse nõelklapi ja tutsi vaheliste ühendite hermeetilisust ja nõelklapi töökindlust. Selleks valatakse tasapinnalise põhjaga nõusse 4...4,5 cm түsedune veekiht, millesse paigutatakse ujukikamber. See ühendatakse mõõtesilindriga. Mõõtesilindrisse valatakse vett, vabastatakse näpitsklamber ja lastakse vett ujukikambrisse. Mõõtesilindrist valguva vee mõjul tõuseb veetase nõus, mille tulemusel tõuseb ka ujuk koos nõelklapiga, kuni nõelklapp sulgeb vee juurdevoolu. Mõõtesilindril fikseeritakse veetase. Kui see 5...10 minuti jooksul ei lange, siis järelikult on korpus tutsiga ühendatud hermeetiliselt, ilmneb aga vastupidine, tuleb enne määramist ühendused hermetiseerida.

Seadmete konstruktsioon võimaldab püsivalt hoida mullapinnal 5,5...6 cm түsedust veekihti. Veekihi түsedust saab vajaduse korral muuta ujukikambri ja padruni vahelise kummitihendi paksuse suurendamise või vähendamise.

Veeläbilaskvus määratakse järgmisel viisil. Määramiskohas muld tasandatakse ja kõrvaldatakse taimejäänused. Töökorras seadme padrun surutakse määramiskohas kuni piirava rõngani (11) mulda. Sellest 15...20 cm kaugusel vajutatakse mulda metallist kinnitusvarras, mille külge klambriga kinnitatakse mõõtesilinder, mis kummivooliku abil ühendatakse seadme tutsiga. Seade peab paiknema vertikaalselt. Kui muld on väga kõva, siis tuleb padrun ujukikambri küljest lahti keerata ja puuhaamriga mulda lüüa eraldi, seejärel aga mõlemad uuesti omavahel ühendada.

Kui seade on tööks ette valmistatud, avatakse kummivoolikut sulgev näpitsklamber ja lastakse ujukikambrisse vesi, mis tõstab ujukit koos nõelklapiga, kuni veekihi түsedus mullapinnal ulatub 5,5...6 cm-ni. Sel momendil sulgeb nõelklapp vee juurdevoolu ning see tuleb kellaaajaliselt fikseerida määramise algusena. Samal ajal tuleb üles märkida ka näit mm-tes.

Vastavalt vee muldatungimisele veetase ujukikambris alaneb,

mistõttu nõelklapp avab uuesti vee juurdevoolu seniks, kuni see uuesti sulgub. Nii hoitakse mullapinnal püsivat veetaset.

Veeläbilaskvuse määramine (samuti üleskirjutused) lõpetatakse, kolm viimast näitu ei erine üksteisest üle 0,5–1 mm.

Et vesi filtreerub mulda mõõtesilindri ristlõikepindalaga võrdse mullapinna kaudu, siis jagades kindlas ajavahemikus mulda tunginud vee hulga (mm) ajaga (min), saame veeläbilaskvuse (mm/min).

Andmed kantakse järgmisevormilisse tabelisse.

Mulla või katsevariandi (katselapi) nimetus (nr)	Määramis-ajad		Veetase mõõtesilindri skaalal mm	Mulda valgunud vee hulk mm	Veeläbilaskvus (K) mm/min
	tund	min			
1	2	3	4	5	6

5.4. Veeläbilaskvuse määramine Litvinovi seadmega

Vajalikud vahendid: välilaboratooriumi ПЛЛ-9 seadmekomplekti kuuluv Litvinovi seade.

Meetod võimaldab määrata rikkumata (looduslikus seisundis) või rikutud ehitusega mulla filtratsioonitegurit. Et üksikasjalik määramismetoodika on välilaboratooriumiga ПЛЛ-9 kaasas olevas tehnilises kirjelduses ja ekspluatatsioonieeskirjades, siis siin kohal seda ei esitata.

Veeläbilaskvuse andmete alusel võib koostada graafikud, kus abstsisssteljele kantakse määramistevaheline ajavahemik minutites, ordinaatteljele aga veeläbilaskvuse mm/min.

6. Mullavee liikumine

Mullas olev vesi on pidevas liikumises kas vedelana või gaasilisena (veeaur). Veeaur liigub aururõhu erinevuste mõjul suurema aururõhuga mullakihtidest väiksema aururõhuga kihtidesse. Aururõhk sõltub eelkõige mulla niiskusesisaldusest ja temperatuurist.

Vedelas olekus liigub vesi mullas raskusjõu mõjul (gravitatsioonivesi) või pindpinevuse toimel (kapillaarvesi). Gravitatsioonivee liikumise suund on ülalt alla, kapillaarvesi aga võib liikuda mullas igas suunas – niiskematest mullakihtidest kuivematesse.

Taimekasvatuse seisukohalt on kõige olulisem kapillaarvee liikumine alumistest mullakihtidest ülemistesse. Kapillaarvee tõu-

su kõrgus ja kiirus sõltuvad mulla mehaanilisest koostisest ja struktuurist. Saviosakeste sisalduse suurenedes mullas kapillaarvee tõusu kõrgus suureneb, kiirus aga väheneb.

6.1. Kapillaarvee tõusu kõrguse ja kiiruse määramine

Vajalikud vahendid: 1) 2...3-cm läbimõõduga 50 cm pikkused millimeetriste jaotistega läbipaistvad klaas- või plastmasstorud; 2) statiiv torude veevannile paigutamiseks; 3) marli; 4) veevann koos sellesse paigutatud aluse ja 4...5-kordse filterpaberikihiga.

Määramiseks sobivad õhukuivad või ühesuguse niiskusesisaldusega mullad, mis on sõelutud läbi 7-mm avadega sõela. See meetod võimaldab võrrelda erinevaid muldi ja hinnata kapillaarvee liikumist nendes.

Määramisele asudes kaetakse torude alumised otsad marliga ja seejärel täidetakse mullaga. Et torud täituksid mullaga ühtlaselt, koputatakse neid täitmise ajal kergelt vastu lauda. Seejärel paigutatakse mullaga täidetud torud kapillaarseks märgumiseks veevanni 4...5-kordse filterpaberiga kaetud alustele. Läbi filterpaberi torude alumiste otsteni tõusnud vesi tungib kapillaarseid poore mööda mullas ülespoole. Veetaset on võimalik hinnata mulla värvuse muutuste põhjal.

Kapillaarvee tõusu kõrgus fikseeritakse kindlate ajavahemike (2...5 tundi) tagant ja lõpetatakse siis, kui veetase enam üheski veetorus ei muutu.

See meetod võimaldab võrrelda ka erineva lasuvustihedusega mulla või muldade kapillaarvee tõusu dünaamikat. Selleks antakse torusse paigutatud muldadele erinevad lasuvustihedused (näit. 1,0; 1,2; 1,4; 1,6 g/cm³). Määramised tehakse neljas korduses.

Andmed kantakse järgmisevormilisse tabelisse.

Mulla või katsevariandi (katse-lapi) nimetus (nr)	Kordus/ toru nr	Veetaseme määramise aeg	Ekspositsiooni aeg min	Veetaseme kõrgus torus mm	Veetaseme tõus ekspositsiooni ajal mm
		<div>tund min</div>			
1	2	3	4	5	6

Andmete näitlikustamiseks võib need väljendada graafikuna: abstsisssteljele kantakse määramisaeg ja ordinaatteljele kapillaarvee taseme kõrgus eri määramisaegadel.

III. Muldade aerofüüsikalised omadused ja nende uurimismeetodid

Aerofüüsikalistest omadustest, mis etendavad olulist osa mulla viljakuse kujunemisel ja taimedele soodsate kasvutingimuste loomisel, on tähtsamad mulla õhusisaldus (P_{ohk}), aeratsioonipoorsus (P_{aer}), õhumahutavus (P_w), õhuläbilaskvus ning mulla ja atmosfääri vaheline gaasivahetus. need näitajad määravadki mulla õhu kvalitatiivse ja kvantitatiivse koostise.

1. Mulla õhusisaldus (P_{ohk})

Mulla õhusisalduse e. aeratsiooniastme (P_{ohk}) all mõistetakse õhuga täidetud mullaproovide mahtu %-des mulla üldmahust antud momendil mullas esineva niiskusesisalduse juures.

Kultuurtaimede normaalne kasv ja areng on tagatud siis, kui muld on optimaalse õhusisaldusega: heintaimedele 6...10 %, nisule ja odrale 10...15 %, suhkrupeedile 15...20 % jne.

Mulla õhusisalduse (P_{ohk}) võib leida mulla ehituse määramise käigus, kuid seda võib määrata ka mulla ehituse või lasuvustiheduse määramiseks kasutatavate silinderpuuridega.

1.1. Mulla õhusisalduse määramine silinderpuuriga

Vajalikud vahendid: 1) kindlamahulised silinderpuurid (analoogsed lasuvustiheduse määramisel kasutatavatega); 2) labidas; 3) mõõtejoonlaud; 4) mullanuga; 5) alumiiniumtopsid; 6) termostaat; 7) näpitsad; 8) eksikaator $CaCl_2$ -ga; 9) kaalud täpsusega vähemalt 0,01 g.

Analoogselt mulla ehituse või lasuvustiheduse määramisega võetakse kindlamahulise silinderpuuriga mullaproovid. Silindrist võetakse omakorda mullaproov ja määratakse mulla kaaluline niiskusesisaldus (V_o) ning arvutatakse lasuvustihedus (D_m). Enne peab olema määratud mulla tahke faasi tihedus (D_e).

Edasine arvutuskäik on järgmine:

1) üldine poorsus $P_u = \frac{D_e - D_m}{D_e} \cdot 100$ (%-des);

2) õhusisaldus e. aeratsiooniaste $P_{ohk} = P_u - P_{vesi}$ (%-des).

2. Mulla õhumahutavus e. aeratsioonipoorsus (P_{aer})

Mulla õhumahutavuseks nimetatakse õhuga täidetud pooride mahtu %-des mulla üldisest poorsusest mulla väliveemahutavusele (W_v) vastava niiskusesisalduse korral. Seega on mulla õhumahutavus mulla õhusisaldus mulla väliveemahutavuse juures.

Mulla õhumahutavus sõltub eelkõige mulla mehaanilisest koostisest, lasuvustihedusest ja struktuurist, aga ka mulla kuivendamise astmest. Liivsavimuldade õhumahutavus on 10...25 %, savimuldadel 0...15 % ja turvasmuldadel 0...25 %.

Mulla õhumahutavuse määramiseks on mitmeid meetodeid; neist enamlevinud on määramine silinderpuuridega ja aeropüknomeetriga.

2.1. Mulla õhumahutavuse e. aeratsioonipoorsuse (P_{aer}) määramine silinderpuuriga

Vajalikud vahendid on samad mis mulla õhusisalduse määramisel. Uurimine viiakse läbi väliveemahutavuse määramiseks ette nähtud tingimustes. Silinderpuuriga võetakse mullaproovid siis, kui mulla niiskusesisaldus vastab väliveemahutavusele (W_v). Silindrist võetakse mullaproov ja määratakse mulla niiskusesisaldus (V_o) ning arvutatakse lasuvustihedus (D_m). Teadma peame ka mulla tahke faasi tihedust (D_e).

Edasine arvutuskäik on sama mis õhusisalduse määramisel, kusjuures $P_{ohk} = P_{aer}$.

3. Mulla õhuläbilaskvus

Mulla õhuläbilaskvuseks nimetatakse mulla omadust lasta endast õhku läbi. See sõltub mulla mehaanilisest koostisest, struktuurist ja selle veekindlusest. Kõige otsesemalt oleneb mulla õhuläbilaskvus aga mulla mittekapillaarsest poorsusest. Mullad, mille mittekapillaarne poorsus ületab 10 %, on hea õhuläbilaskvusega ka siis, kui muld niiskub kuni kapillaarse veemahutavuseni. Halvastruktuurilistes savimuldades, kus mittekapillaarseid poore on vähe, on õhuläbilaskvus juba väheste sademete korral takistatud, sest poorid täituvad veega (tabel 11).

Õhuläbilaskvuse sõltuvus muldade tihenemise astmest ja struktuursusest N. Dobrjakovi järgi

Tabel 11

Õhuläbilaskvus mulla välise mahutavuse (W.) juures ml/min	Muldade tihenemise aste	Õhuläbilaskvus ml/min (määratud tund pärast mulla niisutamist 20 mm veega)	Mulla struktuur
0...10	väga tihe	20...40	struktuuritu
10...30	tihe	20...40	nõrgalt struktuurne
30...50	tugevasti tihenunud	40...60	keskmiselt struktuurne
50...70	keskmiselt tihenunud	üle 60	hea struktuuriga
70...90	nõrgalt tihenunud	"	
90...99	kobe	"	

Õhuläbilaskvust mõõdetakse õhu hulgaga (ml), mis läbib 1-cm² mullapinna ühes ajaühikus (min).

3.1. Mulla õhuläbilaskvuse määramine Evansi ja Kirchami meetodil

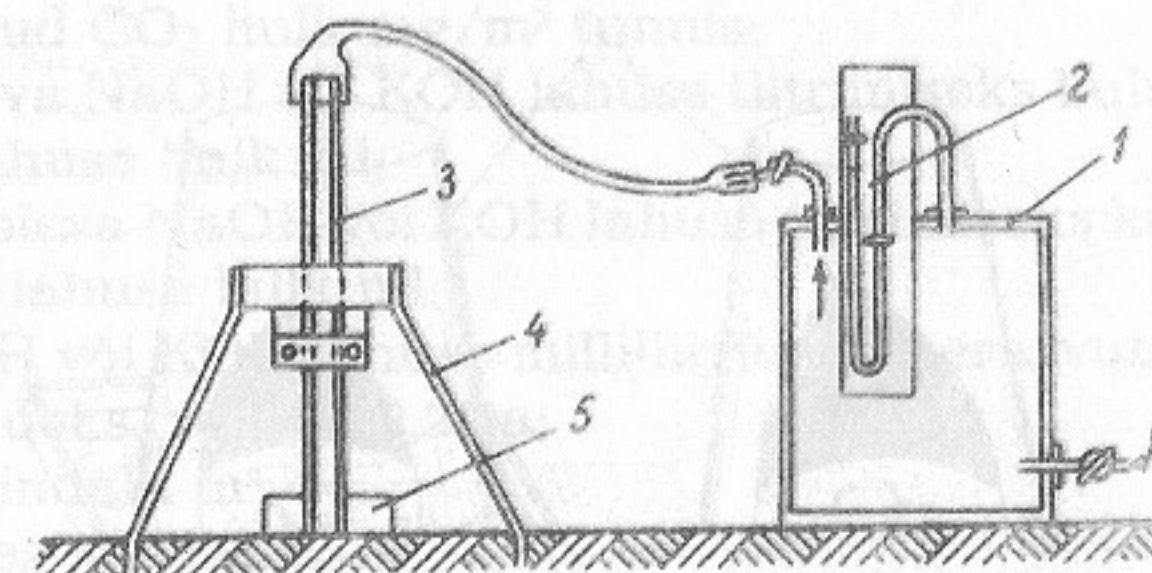
Mulla õhuläbilaskvus määratakse selle meetodi korral õhurõhu muutusastme (gradiendi) ühtlustumise kiiruse alusel.

Evansi-Kirchami seade (joonis 16) koosneb veemanomeetriga (2) ballooni (1), torust (3), kolmjalgalusest (4) ja piirderõngast (5).

Piirderõngas vajutatakse mulda ja kolmjalgaluse abil paigutatakse piirderõnga keskele toru nii, et see puutuks vastu mulla pinda. Mulla pind piirderõnga sees valatakse üle sula parafiiniga. Seejärel pumbatakse autopumbaga ballooni õhku kindla rõhuni, siis avatakse kraan ja lastakse suruõhul tungida läbi mulla. Määratakse aeg sekundites (A_m), mis kulub rõhkude võrdsustumiseks (kuni veemanomeetri tase jääb muutumatuks). Järgnevalt eemaldatakse toru piirderõngast, ballooni pumbatakse jälle õhku sama rõhuni kui enne, avatakse kraan ja lastakse nüüd suruõhul tungida atmosfääri. Määratakse aeg, mis kulub rõhkude võrdsustumiseks (A_a).

Õhuläbilaskvus (\bar{O}_m) arvutatakse järgmiselt:

$$\bar{O}_m = \frac{A_m}{A_a} \cdot 100 (\%).$$



Joonis 16. Evansi-Kirchami seade mulla õhuläbilaskvuse määramiseks: 1 – balloon; 2 – veemanomeeter; 3 – toru; 4 – kolmjalgalus; 5 – piirderõngas

Saadud andmed kantakse järgmisevormilisse tabelisse.

Määramise aeg
Õhurõhk balloonis kg/cm².

Mulla nimetus, katselapi või katsevariandi nr	Mulla-kiht cm	Õhurõhu võrdsustumiseks kulunud aega		Õhuläbilaskvus (\bar{O}_m) %
		muld (A_m)	atmosfäär (A_a)	
1	2	3	4	5

4. Mulla ja atmosfääri vaheline gaasivahetus

Mulla ja atmosfääri vaheline gaasivahetus, mis seisneb hapniku-rikka atmosfääriõhu muldatungimises ja süsihappegaasirikka mullaõhu eemaldumises mullast, on taimekasvu ja mulla mikrobioloogilise tegevuse seisukohalt väga oluline.

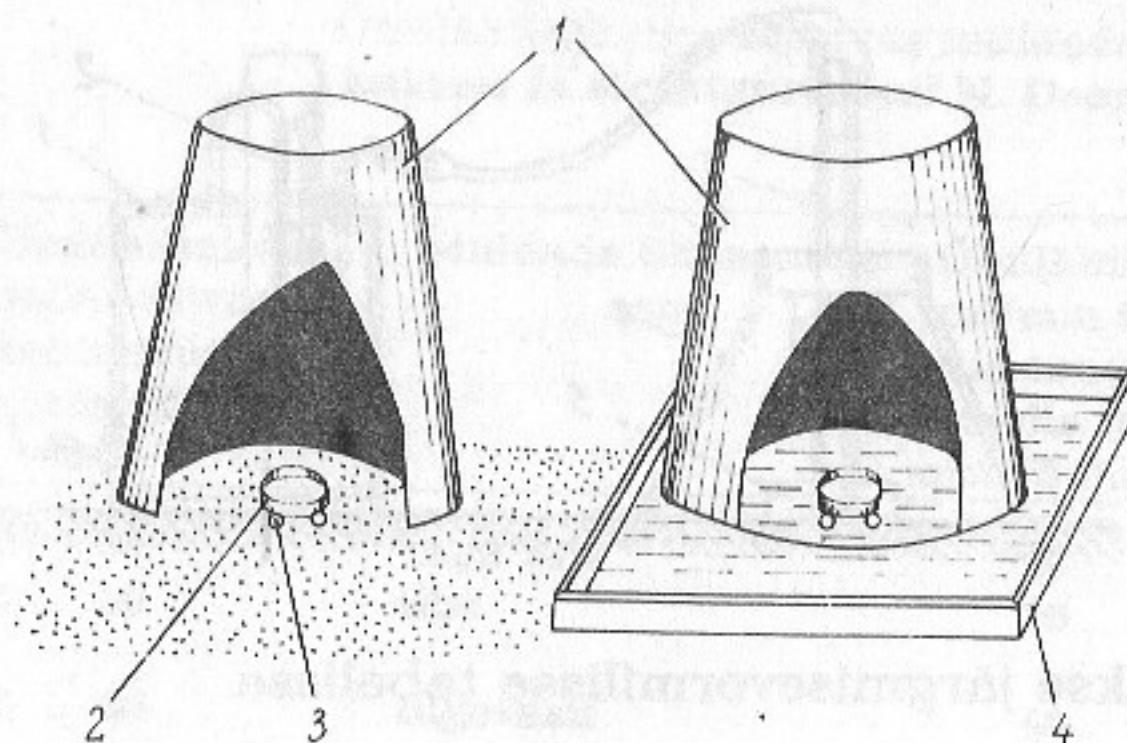
Gaasivahetuse intensiivsus sõltub mulla õhuläbilaskvusest, õhurõhust, mulla- ja atmosfääriõhu temperatuuri kõikumisest, sademetest, tuulest, difusioonist ja veel mitmest tegurist.

Gaasivahetuse intensiivsust võib mõõta kahel põhimõttel:

1) otseselt – määratakse mulda tungiva ja mullast väljuva õhu hulk, 2) kaudselt – määratakse mullast eralduva CO₂ hulk.

4.1. Gaasivahetuse ja mulla bioloogilise aktiivsuse kaudne hindamine süsihappegaasi (CO₂) eraldumise järgi mullast V. Štatnovi meetodil

Vajalikud vahendid ja reaktiivid: 1) metallist või plastmassist valged nõud-isolaatorid kõrgusega 10...15 cm ja avatud osad diameetriga 16 cm; 2) Petri kaunid; 3) plastmassist või traadist val-



Joonis 17. Gaasivahetuse ja mulla bioloogilise aktiivsuse hindamine V. Štatnovi meetodil: 1 – nõu-isolaator; 2 – Petri kauss; 3 – plastmassist või traadist alus Petri kausi paigutamiseks; 4 – lamedapõhjaline nõu kontrollmääramiseks

mistatud alused Petri kausside paigutamiseks; 4) lamedapõhjaline 25...30-cm läbimõõduga 5...6 cm kõrgune nõu; 5) statiiv 50-cm³ mõõtpüretiga; 6) 50...100-cm³ mahutavusega klaaskolvid; 7) klaaspulgad; 8) 0,1-n NaOH või KOH lahus; 9) 20-% baariumkloriidilahus; 10) 0,1-n HCl lahus; 11) küllastatud NaCl lahus; 12) fenoolftaleiini lahus; 13) 25- ja 1-ml pipetid.

Määramiskohas paigutatakse mullapinnale plastmassist või traadist alus, millele asetatakse Petri kauss (joonis 17). Sellesse valatakse 25 ml 0,1-n NaOH või KOH lahust ja kaetakse kohe nõu-isolaatoriga, mille ääred lõigatakse 1,5...2,0 cm sügavusele mulda. Seejärel kuhjatakse isolaatori välisküljele 4...6 cm kõrgune mullakiht ja tihendatakse. Samal ajal viiakse läbi ka kontrollmääramine, milleks alus ja Petri kauss 25 ml 0,1-n NaOH või KOH lahusega paigutatakse lamedapõhjalisse nõusse, kus on 2...3 cm түседune küllastatud keedusoolalahuse kiht, ja kaetakse nõu-isolaatoriga.

Ekspositsioonaja (tavaliselt 3...5 tundi) möödumisel võetakse isolaator ära, Petri kaussi lisatakse 1,0 ml 20-% baariumkloriidilahust (neeldunud CO₂ sidumiseks), segatakse klaaspulgaga, valatakse kolbi, lisatakse mõni tilk fenoolftaleiini ja tiitritakse 0,1-n HCl-lahusega kuni roosa värvuse kadumiseni. Tiitrimise võib läbi viia ka Petri kaussides, kui seda võimaldab kausside maht. Analoozelt toimitakse ka kontrollnõuga.

Mullast eraldunud CO₂ hulk määratakse järgmise valemi abil:

$$X = \frac{(a - b) \cdot K}{st}, \text{ kus}$$

- X – mullast eraldunud CO₂ hulk mg/m² tunnis;
a – kontrollnõus oleva NaOH või KOH lahuse tiitrimiseks kulunud 0,1-n HCl lahuse hulk ml;
b – määramisnõus oleva NaOH või KOH lahuse tiitrimiseks kulunud 0,1-n HCl lahuse hulk ml;
K – tegur 0,1-n NaOH või KOH lahuse milliliitrite ümberarvutamiseks CO₂ mg-deks, võrdub 2,2-ga;
a – nõu-isolaatori pindala m²;
t – ekspositsioonigaeg tundides.
Määratakse neljas korduses.

Ühel ajal CO₂ eraldumise määramisega, mis ei iseloomusta mitte ainult gaasivahetust, vaid ka mulla bioloogilist aktiivsust, on hädavajalik määrata mulla niiskusesisaldus ja temperatuur. Andmed kantakse järgmisevormilisse tabelisse.

Määramise aeg
Petri kaussi valatud 0,1-n aluse hulk ml.

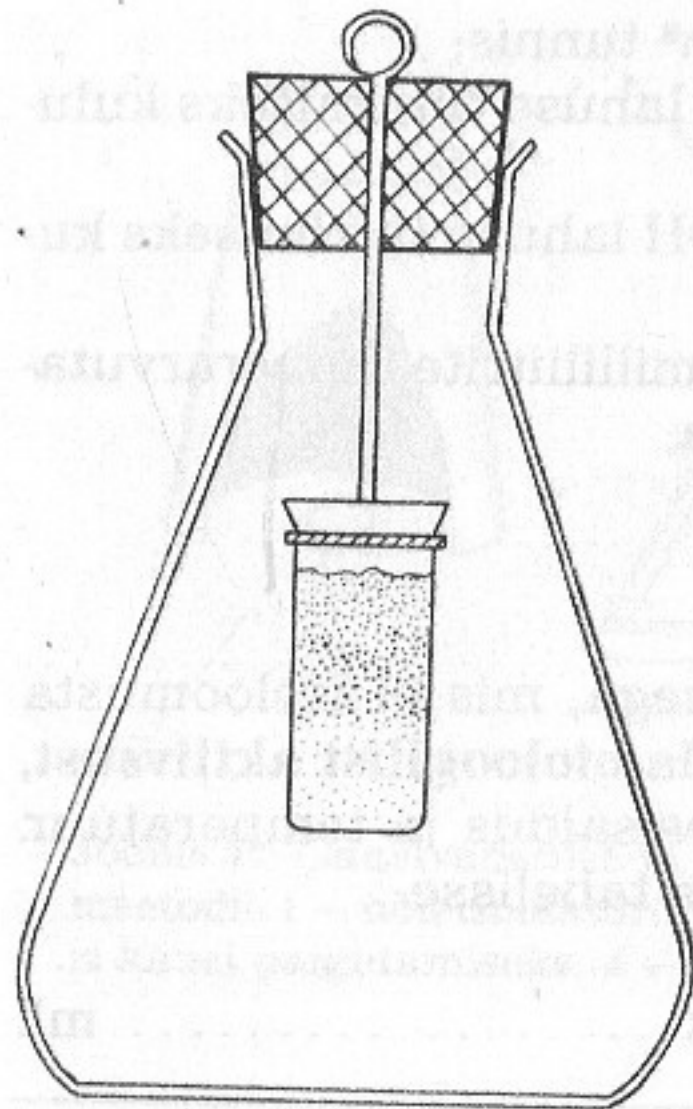
Mulla või katsevarian- di (katselapi) nimetus (nr)	Nõu-isolaatori pind- ala m ² (s)	Eksposit- sioonigaeg tundides (t)	Tiitrimisel kulus 0,1-n HCl ml		Mulla bioloogi- line aktiivsus CO ₂ mg/m ² tunnis (X)
			kontroll- nõus (a)	määramis- nõus (b)	
1	2	3	4	5	6

4.2. Gaasivahetuse ja mulla bioloogilise aktiivsuse hindamine süsihappegaasi (CO₂) eraldumise järgi mullast G. Oganovi meetodil

See meetod on ette nähtud mulla bioloogilise aktiivsuse hindamiseks laboratoorsetes tingimustes.

Vajalikud vahendid ja reaktiivid: 1) laiakaeralised 400...500-ml mahuga kolbid; 2) väikesed, 20...50-ml mahuga plastmass- või klaasnõud; 3) kummikorgid 400...500-ml kolbide sulgemiseks; 4) traadist kronsteinid 20...50-ml mahuga plastmass- või klaasnõude kinnitamiseks; 5) 0,1-n NaOH või KOH lahus; 6) 20-% baariumkloriidi lahus; 7) 0,1-n HCl lahus; 8) fenoolftaleiini lahus; 9) 25- ja 1-ml pipetid; 10) alumiiniumtopsid; 11) termostaat; 12) eksikaator CaCl₂-ga; 13) näpitsad.

Laiakaeralisse 400...500-ml kolbid (joonis 18) valatakse 25 ml 0,1-n NaOH või KOH lahust. Läbi kummikorgi torgatud traadist kronsteini külge kinnitatakse 20...50-ml mahuga nõu koos uuri- lava mullaga ja kork vajutatakse tihedalt kolvile. Seejärel paigu-



Joonis 18. Gaasivahetuse ja mulla bioloogilise aktiivsuse laboratoorne määramine G. Oganovi meetodil

tatakse kolb termostaati ja hoitakse seal 3 ... 5 tundi 27 ... 28 °C juures.

Pärast seda võetakse kolb termostaadist, eemaldatakse kork, lisatakse 1 ml 20-% baariumkloriidi lahust, 2 ... 3 tilka fenoolftaleiini ja tiitritakse 0,1-n HCl lahusega kuni roosa värvuse kadumiseni. Samal ajal katsega tehakse ka kontrollmääramine ilma mullata analoogiliselt Štatnovi meetodiga. Seejärel paigutatakse uurimiseks kasutatud muld alumiiniumtopsi ja kuivatatakse termos- taadis 105 °C juures absoluutkuivaks ning kaalutakse.

Mullast eraldunud CO₂ hulk (mg-des 1 kg absoluutkuiva mulla kohta) määratakse järgmise valemiga:

$$X = \frac{(a - b) K \cdot 1000}{B}, \text{ kus}$$

X — mullast eraldunud CO₂ mg 1 kg absoluutkuiva mulla kohta tunnis;

a — 0,1-n HCl kogus, mis kulus aluse tiitrimiseks kontrollmääramisel ml;

b — 0,1-n HCl kogus, mis kulus aluse tiitrimiseks katses ml;

K — tegur 0,1-n aluse milliliitrite ümberarvutamiseks milligrammideks, s. o. 2,2;

B — absoluutkuiva mulla mass nõus g;

1000 — tegur grammide ümberarvutamiseks 1 kg absoluutkuivale mullale.

Andmed kantakse järgmisevormilisse tabelisse.

Mulla või katse- variandi (katse- lapi) nimetus (nr)	0,1-n HCl kogus mis kulus aluse tiitrimiseks kontrollmäära- misel ml (a)	0,1-n HCl kogus mis kulus aluse tiitrimiseks katses (b) ml	Mullast eraldunud CO ₂ mg 1 g absoluut- kuiva mulla kohta (X)
1	2	3	4

IV. Erosioon ja selle uurimismeetodid

Erosiooni all laiemas mõttes mõistetakse mingi pinna täielikku või osalist purunemist välisjõudude toimel. Maaviljeluses on selliseks pinnaks mullapind, mis võib puruneda füüsikaliste, keemiliste, bioloogiliste ja teiste jõudude mõjul, aga ka inimtegevuse tagajärjel. Sagedamini mõistetakse erosiooni all mullapinna purunemist tuule (tuuleerosioon) või vee toimel (vee-erosioon).

Eristatakse kaht erosiooni põhitüüpi: **normaalset e. geoloogilist** ja **kiirenenud e. ekstsessiivset erosiooni**. Esimene toimib peaaegu kõikjal ja selle tagajärjel pinnavormid ühtlustuvad (mägede kulumine ja orgude täitumine). USA teadlaste hinnangute järgi on geoloogilise erosiooni kiirus aastas ligikaudu 0,4 t mulda hektarilt. Kiirenenud e. ekstsessiivne erosioon esineb intensiivse maaviljeluse korral ja kõige ulatuslikumalt neis piirkondades, kus ei rakendata või rakendatakse ebapiisavalt erosioonivastaseid abinõusid.

1. Tuuleerosioon

Tuuleerosioon on mulla künnikihi osaline või täielik purunemine tuule tegevuse mõjul. Vahel nimetatakse seda protsessi ka mulla deflatsiooniks, s. o. mulla struktuuriagregaatide ja mehaaniliste koostisosade ärapuhumist õhuvoolude poolt.

Olulist osa eeltingimuste loomisel tuuleerosiooniks etendavad sademed — nimelt vihmapiisad, mille kukkumisenergia mõjul purunevad suuremad mullaagregaadid väiksemateks, tuule mõjule alluvateks osadeks.

Kiirenenud e. ekstsessiivne tuuleerosioon jaotatakse kohalikuks erosiooniks ja tolmutormiks. **Kohalik erosioon** ilmneb lookaalselt üksikutel põldudel või põlluosadel kõige sagedamini kevadel kuivadel struktuuritutel kergetel huumusrikastel mulda-

del. Ka Eesti NSV-s on esinenud viimasel aastakümnel paiguti kohalikkude erosiooni (peamiselt huumusrikastel kerge lõimisega kamargleimuldadel). Maaviljeluse intensiivistamine (mehaniseerimistaseme tõus, mineraalväetiste ja pestitsiidide kasutamise kiire kasv, põllumasside suurenemine, ulatuslik muldade kuivendamine jne.) on suurendanud ja suurendavad tuuleerosiooni ohtu ka meie kliimatingimustes. **Tolmutormid** haaravad suure territooriumi — sadu ja tuhandeid hektareid, kusjuures tuuleerosiooni intensiivsus on sageli nii suur, et tuul kannab künnikihi või osa sellest lühikese ajaga ära.

Tuuleerosiooni korral sõltub mulla purunemine ja äraakandmine olulisel määral sademetest, tuultest, mulla struktuurist ja mehaanilisest koostisest, niiskusest, mullapinna seisukorrast, inimtegevuse mõjust mullale jne. Peamised tegurid, mis iseloomustavad muldade tuuleerosioonikindlust, on mulla struktuur, mehaaniline koostis, niiskus ja mullaagregaatide vastupidavus tuule ning vee mõjule.

1.1. Mulla tuuleerosioonikindluse määramine

Vajalikud vahendid: 1) labidas, kühvel või mullapuur; 2) 1-mm avadega sõel; 3) portselan- või alumiiniumkausid mulla jaoks; 4) kaalud täpsusega vähemalt 0,1 g.

Uuritavast mullakihist (tavaliselt kogu künnikihist) võetakse kas labida, kühvli või puuriga usutavate andmete saamiseks vajalik arv proove, millest moodustatakse keskmine proov massiga 3...4 kg. Keskmisteks proovideks võetud muld lastakse suurte mullapankade purustamiseks labidalt 1 m kõrguselt kukkuda ja seejärel peenendatakse purunemata jäänud suuremad mullatükid käsitsi, kuid nii, et mulda seejuures ei hõõrutaks ega tugevasti muljutaks. Nii saadud proovid kuivatatakse õhukuivaks.

Määramiseks võetakse 0,5-kg kaalutis õhukuiva mulda ja sõelutakse läbi 1-mm avadega sõela. Mulla tuuleerosioonikindlust hinnatakse alla 1-mm läbimõõduga mullafraktsiooni massi ja kogu analüüsitud proovi massi suhtega:

$$T_{ek} = \frac{M - M_1}{M} \cdot 100 (\%), \text{ kus}$$

T_{ek} — tuuleerosioonikindlus %;

M — määramiseks võetud mulla mass kg;

M_1 — alla 1-mm mullafraktsiooni mass kg.

Määratakse neljas korduses.

Uurimised on näidanud, et olulist tuuleerosiooni ei esine neil muldadel, milles tuuleerosioonile alluva (erosiooniohtliku) fraktsiooni (läbimõõt < 1 mm) sisaldus on alla 26 % ja üle 1-mm läbimõõduga mullaosakeste sisaldus ületab 50 %.

1.2. Tuuleerosiooni intensiivsuse määramine

Mullaosakesed paigutuvad tuule mõjul ümber kolmel viisil: 1) mullaosakesed veerevad või libisevad edasi mööda mullapinda; 2) liiguvad hüppeliselt, vaheldumisi puudutades mullapinda ja kandudes edasi õhuvoos; 3) hõljuvad õhus.

Vastavalt eeltoodud liikumisviisidele on välja töötatud ka meetodid ja vahendid tuulega äraantava mulla kvantitatiivseks määramiseks.

1.2.1. Tuuleerosioonile alluvate, veeremise ja libisemise teel äraantavate mullaosakeste kvantitatiivne määramine

Vajalikud vahendid: 1) püünissilindrid (läbimõõt 20...30 cm, kõrgus 40...50 cm); 2) ämbrid mulla jaoks; 3) kaalud täpsusega vähemalt 0,1 g; 4) labidas; 5) kühvel.

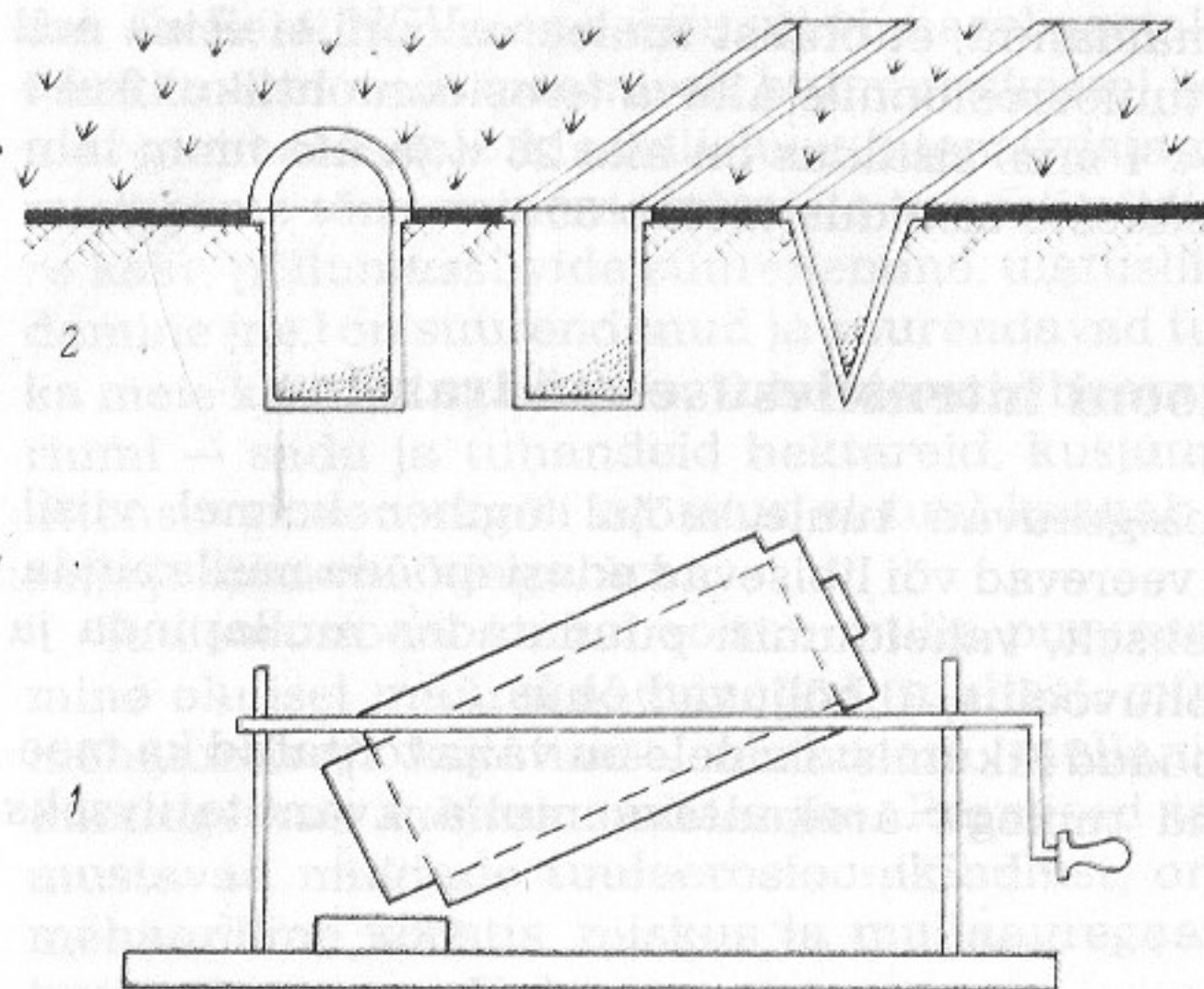
Veerevate ja libisevate mullaosakeste määramiseks on enamlevinud püüniste meetod, milleks kasutatakse püünissilindreid või püüniskaste.

Püünissilinder (joonis 19, 1) kujutab endast metallist või muust materjalist valmistatud silindrit, mis paigutatakse mulda nii, et tema ääred oleksid mullapinnaga tasa.

Püüniskast (joonis 19, 2) kujutab endast ristkülikukujulist täis- või kolmnurkse ristlõikega kasti. Püüniskast paigutatakse mulda risti tuule suunaga nii, et kasti ääred oleksid mullapinnaga tasa. Mööda mullapinda veerevad või libisevad mullaosakesed satuvad püünisesse. Pärast tuuleerosiooni lakkamist, püüniste täitumist või tuule suuna muutumist 180° võrra võetakse muld püünisest välja ja kaalutakse.

Püüniste pindala ja sinna sattunud mulla massi järgi arvutatakse esmalt ajaühiku jooksul äraantud mulla kogus püünise pinna kohta, seejärel aga hektari kohta kg-des või tonnides

$$T_e = \frac{M \cdot 10000}{S} \text{ kg/ha, kus}$$



Joonis 19. Püünissilinder (1) ja püüniskastid (2, 3) tuuleerosiooni määramiseks

T_e — määramisaja jooksul veeremise ja libisemise teel ära kantud muld kg/ha;

M — püünissilindris või püüniskastis olnud muld kg;

S — püünissilindri või püüniskasti pindala m^2 .

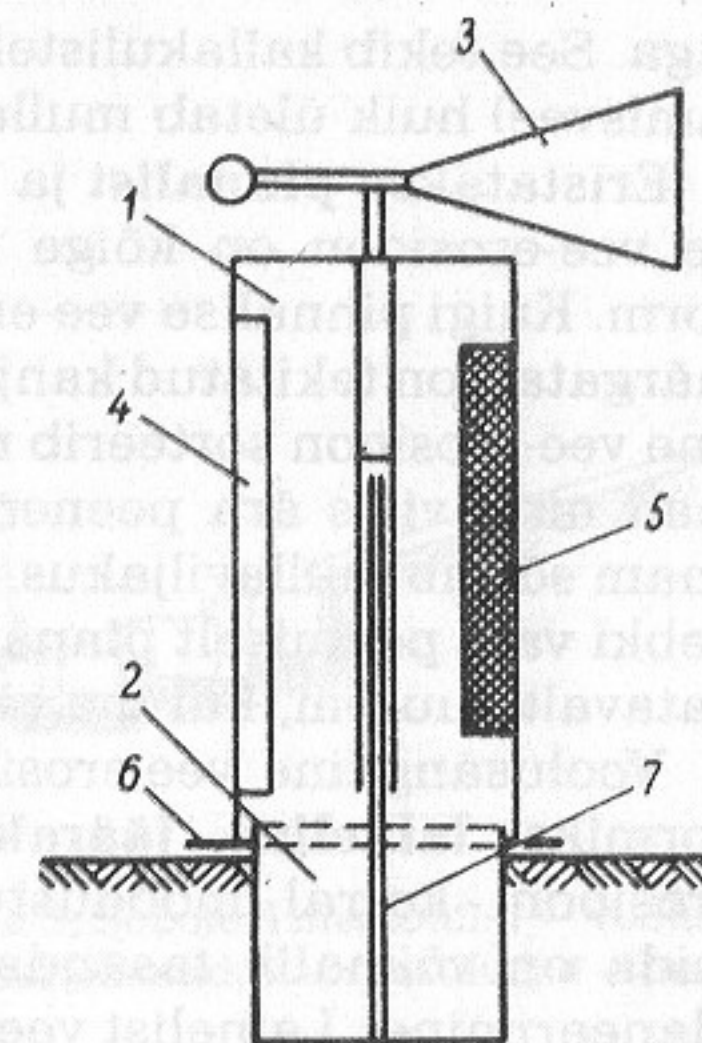
1.2.2. Tuuleerosiooniga ära kantavate mullaosakeste kogumassi määramine Golunovi seadmega

Meetod võimaldab püüda ja määrata kõigil kolmel viisil ära kantavate mullaosakeste massi, seega hinnata tuuleerosiooni intensiivsust tervikuna.

Vajalikud vahendid: 1) Golunovi seade; 2) kaalud täpsusega vähemalt 0,1 g; 3) labidas; 4) ämber mulla jaoks; 5) kühvel.

Golunovi seade (joonis 20) koosneb pöörlevast metallsilindrist — tolmutpüüdjast (1), liikumatust kogujakastist (2) ja tuulelipust (3). Tolmutpüüdjal on ühel küljel püünisava (4) 30×150 mm ja vastasküljel väljumsava (80×130 mm), mis on kaetud peene metallvõrguga (5). Kogujakastil on ülal tugiplaat (6) ja keskel varras (7), millele toetub tolmutpüüdja torukujuline telg.

Seade paigutatakse kaevatud süvendisse nii, et kogujakasti tugiplaat toetuks mullale. Pärast tuuleerosiooni lõppemist või teatud ajavahemiku järel (näiteks kaks korda ööpäevas) võetakse kogujakastist muld välja, kaalutakse ja arvutatakse algul ära-



Joonis 20. Golunovi seade tuuleerosiooni määramiseks: 1 — silinder-tolmutpüüdja; 2 — kogujakast; 3 — tuulelipp; 4 — püünisava; 5 — peen metallvõrk; 6 — tugiplaat; 7 — varras, millele toetub tolmutpüüdja torukujuline telg

kantud mullakogus püünisava pindala kohta, seejärel aga hektari kohta kg-des või tonnides mingi ajavahemiku (tunnid, ööpäev jne) jooksul.

$$T_e = \frac{M \cdot 10000}{S} \text{ kg/ha, kus}$$

T_e — määramisaja jooksul tuuleerosiooniga ära kantud muld kg/ha;

M — Golunovi seadme kogujakastis olnud muld kg;

S — Golunovi seadme püünisava pindala m^2 .

2. Vee-erosioon

Mullakünnikihi osalist või täielikku purunemist vee mõjul nimetatakse vee-erosiooniks.

Määrav osa vee-erosiooni tekkel on vihmapiiskadel. Vihmapiiskade purustavat mõju mullale ei võetud kuni viimase ajani tõsiselt, kuid tänapäeval peetakse nende osa mullaagregaatide lõhkumisel ja ümberpaigutamisel peamiseks. Enamiku vihmapiiskade läbimõõt on 1...5 mm, lõppkiirus 1-mm vihmapiiskal keskmiselt 4,5 m/s, 5-mm vihmapiiskal aga juba 9 m/s. Veel jämedamate vihmapiiskade langemiskiirus ja vastavalt sellele ka nende purustusjõud on palju suurem.

Vihmapiiskade langemisenergia mõjul liiguvad purustatud mullaosakesed siiski edasi vaid 1...2 m ulatuses. Vee-erosiooni teisel etapil kantakse mullaosakesed ära peamiselt pinnavee voo-

luga. See tekib kallakulistel aladel siis, kui sademete (ka lumesulamisvee) hulk ületab mulla infiltratsiooni võime.

Eristatakse **pinnalist** ja **voolusängilist vee-erosiooni**. Pinnaline vee-erosioon on kõige ulatuslikumalt levinud vee-erosiooni vorm. Kuigi pinnalise vee-erosiooni mõju on väliselt kõige vähem märgatav, on tekitatud kahju maaviljelusele kõige suurem. Pinnaline vee-erosioon sorteerib mullaosakesed, jättes paigale jämedamad ning viies ära peenemad ja orgaanilise aine, millest kõige enam sõltub mullaviljakus. Eesti NSV kuppelalade muldadel esinebki vaid peamiselt pinnalist vee-erosiooni, mille kahju on märgatavalt suurem, kui me oleme arvanud.

Voolusängiline vee-erosioon jaguneb omakorda kolmeks alavormiks: **laineline**, **jäärakuline** ja **perveline**. Lainelise vee-erosiooni korral moodustuvad väikesed lainjad voolusängid, mida on võimalik tasandada mullaharimisega (kaasa arvatud planeerimine). Lainelist vee-erosiooni esineb tavaliselt neil põldudel (ka meie vabariigi kuppelaladel), kus mulda haritakse piki nõlva.

Jäärakuline vee-erosioon põhjustab juba suuremate ja järuservaliste voolusängide moodustumist, mida pole enam võimalik mullaharimisega tasandada. Sageli võivad sügavad voolusängid ulatuda mulla aluskihtideni ja põhjustada põldude või põlluosade väljalangemist maakasutusest. Keskmisteks peetakse jäärakuid (voolusänge) läbimõõduga 1 ... 5 m, alla selle on väikesed ja üle selle suured jäärakud. Ka meie vabariigi kuppelaladel esineb jäärakulist vee-erosiooni, mis on põhjustanud põldude killustumise ja piirab nende kasutamist.

Pervelist vee-erosiooni esineb seal, kus erosiooni peavool viib kaasa olemasoleva perve.

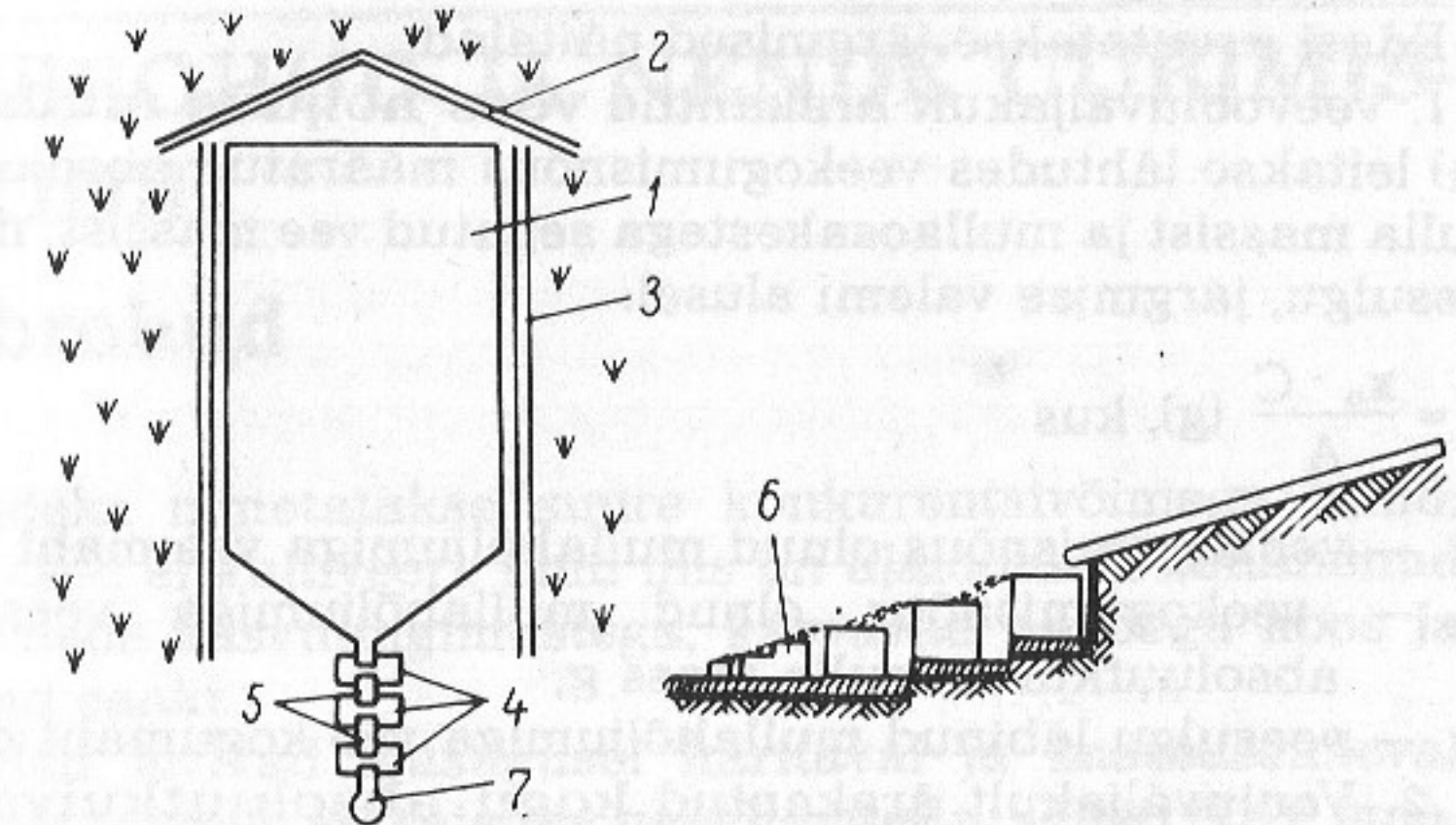
2.1. Vee-erosiooni intensiivsuse määramine S. Sobolevi meetodil

Vajalikud vahendid: 1) nõlvakule ehitatud vooluväljak; 2) kaalud täpsusega vähemalt 0,1 g; 3) nõud mulla jaoks; 4) alumiiniumtopsid; 5) termostaat; 6) eksikaator CaCl_2 -ga.

S. Sobolevi meetod põhineb vooluväljakute kasutamisel ja on üks levinumatest.

Vooluväljak (joonis 21) rajatakse uuritavale nõlvakule ja ta kujutab endast erineva pikkuse ja laiusega ala, mis on ümbritsevast maa-alast kraavide või püüst, metallist või plastmassist kilpidega eraldatud.

Erosiooniprotsessis ära kantud mulla tahkete osade kvantitatiivseks määramiseks peavad vooluväljakul olema settekastid (4),



Joonis 21. Vee-erosiooni intensiivsuse määramine S. Sobolevi meetodil: 1 – vooluväljak; 2 – piirdekraavid; 3 – tõkkekraavid; 4 – settekastid; 5 – veesulud; 6 – jaotusrenn; 7 – veekogumisnõu

kus settivad jämedad mullaosad; veesulud (5), kus määratakse läbiva vee hulk, ning jaotusrenn (6), mis juhib teatud väikese osa vooluveest koos selles hõljuvate mullaosakestega veekogumisnõusse (7).

Settekastides määratakse erosiooni käigus vooluväljakult vooluga kaasatoodud jämedad mullaosad järgmiselt: settekastid puhastatakse pärast lume sulamist või vihma ja settinud muld kaalutakse; sellest määratakse kuivainesisaldus ja arvutatakse absoluutkuiva mulla mass (X_1) grammides.

Vees hõljuvad mullaosakesed määratakse veekogumisnõus. Kui on teada nõu mass vee ja mullaga (M_{mv}), tühja nõu mass (M), nõu mass puhta veega (M_v) ja mulla tahke faasi tihedus (D_c), siis vahe $M_{mv} - M_v$ ongi absoluutkuiva mulla mass, kui sellest lahutada vee mass (M_1), mis on mullas pooride täieliku täitumise korral:

$$M_{mv} - M_v = M_m - M_1.$$

Seejärel leitakse mulla tahke faasi maht (V_1) järgmise valemi abil:

$$V_1 = \frac{M_{mv} - M_v}{D_c - 1} \text{ (cm}^3\text{)}.$$

Vees hõljuva absoluutkuiva mulla mass (X_0) leitakse valemiga

$$X_0 = D_c V_1$$

Kui asendada V_1 ülaltoodud valemiga, siis saame valemi

$$X_0 = (M_{mv} - M_v) \frac{D_c}{D_c - 1} \text{ (g)}.$$

Edasi arvutatakse järgmised näitajad.

1. Veevooluväljakult ära kantud vees hõljuva mulla mass (X_2) leitakse lähtudes veekogumismõõdu määratud absoluutkuiva mulla massist ja mullaosakestega segatud vee massist, mis läbis veesulgu, järgmise valemi alusel:

$$X_2 = \frac{x_0 \cdot C}{A} \text{ (g), kus}$$

A – veekogumismõõdu olnud mullahõljumiga vee maht cm^3 ;

x_0 – veekogumismõõdu olnud mullahõljumiga vees esinev absoluutkuiva mulla mass g;

C – veesulgu läbinud mullahõljumiga vee kogumaht cm^3 .

2. Vooluväljakult ära kantud kogu absoluutkuiva mulla mass (X_3) leitakse järgmiselt:

$$X_3 = X_1 + X_2 \text{ (g), kus}$$

X_1 – settekestides settinud absoluutkuiva mulla mass g;

X_2 – vooluväljakult ära kantud vees hõljuva mulla mass g.

3. Mulla ära kandmine ha-lt (X_4) leitakse järgmiselt:

$$X_4 = \frac{10000 \cdot X_3}{S_a} \text{ (kg), kus}$$

10000 = tegur ha ümberarvutamiseks m^2ks ;

X_3 – vooluväljakult ära kantud kogu absoluutkuiva mulla mass g;

S_a – vooluväljaku pindala m^2 .

Mulla ära kandmise võib määrata ka teisel teel. Selleks võetakse üldisest äravoolavast massist (vesi + muld) kindlamahuline proov (näiteks 1 l), see filtreeritakse ja jääk kuivatatakse absoluutkuivaks ning kaalutakse. Kui on teada äravoolu maht (A), analüüsiks võetud proovi maht (G) ja absoluutkuiva mulla mass selles (B), siis absoluutkuiva mulla ära kandmine kogu vooluväljakult on:

$$X_3 = \frac{A \cdot B}{G}$$

Mulla ära kandmine hektarilt (X_4) leitakse analoogselt eespool tooduga.

V. UMBROHUD JA NENDE UURIMISMEETODID

1. Umbrohud

Umbrohtudeks nimetatakse suure konkurentsivõimega taimi, mida inimesed ei kultiveeri, kuid mis on ajalooliselt kohanenud kultuurtaimede kasvutingimustega, kasvavad nendega koos ja vähendavad saaki.

Umbrohud levivad igasugusel haritaval ja kasutuseloleval maal, millest tuleneb ka vajadus neid hävitada. «Eesti NSV maa-koodeksi» § 47 kohustabki kõiki maakasutajaid tegema umbrohtutõrjet põldudel, rohumaadel, aedades, köögiviljamaadel ja õuealadel.

Umbrohtutõrjet raskendab umbrohtude liigiline mitmekesisus. Ainuüksi Nõukogude Liidus esineb S. Vorobjovi andmetel ligikaudu 2000 liiki umbrohke, Eesti NSV-s ulatub nende arv 300-ni.

2. Umbrohtude kahjulikkus

Kõigist taimekasvatusele kahju tekitavatest teguritest maailmas (taimehaigused, -kahjurid jt) on umbrohud kahjulikemad. Umbrohud võivad põhjustada mitte ainult kultuurtaimede saagi vähenemist, vaid isegi selle täielikku hävimist. Seda võib esineda näiteks aeglase algarenemisega kultuuride kasvatamisel tugevasti umbrohtunud põldudel puuduliku agrotehnika korral.

Umbrohtude kahjuliku mõju tegurid on järgmised.

1. **Konkurents kultuurtaimedega kasvupinna ja -ruumi pärast**, mis algab kohe pärast kultuurtaimede ja umbrohtude tärkamist. Sõltuvalt kultuurtaimede ja umbrohtude liikide algarene-mise iseärasustest, idanemiskeskonna tingimustest ja rakendatud agrotehnikast võivad ülekaalu saavutada ühe või teise poole esindajad. Otsustavaks kujuneb siin rakendatav agrotehnika, mis peab kõik tegema selleks, et igati soodustada kultuurtaimede kasvu ja arengut ning maha suruda või hävitada umbrohud (õige külviaeg ja -sügavus, õigeaegne umbrohtutõrje jne).

2. **Konkurents kultuurtaimedega valguse, vee ja toitainete pärast**. Need kolm kasvutegurit on kultuurtaimede vajalikud kindlates vahekordades, mistõttu nendest ühe vähesuse korral

pole taimed võimelised ka teisi vajalikul määral kasutama, isegi kui neid on külluses. Konkurents on pinev, sest umbrohtude vee- ja toitainetetarvidus on enamasti suurem kui kultuurtaimedel ning nad omastavad neid aineid paremini. Nii tarvitaavad E. Šlakova (1982) andmetel valge hanemalts 1,6, põldlitterhein 2 ja orashein isegi 3,3 korda rohkem vett 1 kg kuivaine moodustamiseks kui suvinisu. Mõnede umbrohuliikide, nagu põldohaka, tõlkja jt. juurestik tungib isegi 5 ja enama meetri sügavusele mulda, mistõttu neil tekivad võrreldes kultuurtaimedega märgatavalt soodsamad tingimused vee omastamiseks sügavatest mullakihtidest.

Võrdse koguse kuivaine moodustamiseks kasutab enamik umbrohtusid samuti rohkem taimetoitaineid kui kultuurtaimed. Näiteks E. Šlakova andmetel kulutab põldohakas 3600 kg/ha kuivaine moodustamiseks 137,2 kg lämmastikku, 31 kg fosforit ja 117 kg kaaliumi, mis ületab sama koguse suvinisu kuivaine moodustamiseks kulutatava toitainete hulga 1,5 ... 4 korda.

Laialehised ja ülarinde umbrohud halvendavad oluliselt kultuurtaimede valgustatust ning pärsivad sellega ka fotosünteesi.

3. **Umbrohud alandavad mulla temperatuuri.** Esiteks kulutavad umbrohud transpiratsioonile käigus palju soojust. Teiseks varjavad umbrohutaimed mullapinda päikese kiirte eest. Mõõtmised on näidanud, et keskmiselt kuni tugevasti umbrohtunud põllul on mulla temperatuur 10 cm sügavusel 1,39 ... 3,99 °C võrra madalam kui umbrohupuhtal põllul, mis avaldab kahtlemata kahjulikku mõju soojalembesematele kultuuridele.
4. **Umbrohud levitavad taimahaigusi ja -kahjureid.** Paljud umbrohuliigid on haiguste ja kahjurite levitajateks või vaheperemeesteks. Nii kahjustavad harilik kõrrerooste, kõrreliste jahukaste ja paljud teised haigused ühel ajal nii kultuurkõrrelisi kui ka kõrrelisi umbrohte. Maa- ja mullakirbud parasiteerivad nii ristõieliste ja maltsaliste hulka kuuluvatel kultuurtaimedel kui ka umbrohtudel. Näiteks orashein levitab roostehaigusi teraviljadele, põld-piimohakas on ristikuvähi vaheperemeheks jne.
5. **Umbrohud halvendavad taimakasvatussaaduste kvaliteeti ja kaubanduslikku väärtust.** Umbrohuseemnete esinemine rukki ja nisu hulgas halvendab leiva- ja saiatoodete küpsetus- ja maitseomadusi. Näiteks rukkilustet sisaldavast rukkijahust valmistatud leib kuivab ruttu kõvaks ja on halva maitsega. Mitmed umbrohuliigid, nagu nisulill, tulikad, soo-osi, põldrõigas, põldsinep jt., sisaldavad mürgiseid aineid — alkaloide, glü-

taimede poolt muldkihtidele vabastatud ühendite ja laguproduktide kahjulik mõju suuri taimeli

kosiide ja saponiine, mis sööta sattudes võivad põhjustada põllumajandusloomadel tõsiseid mürgistusi.

6. **Umbrohud raskendavad põllumajanduslike tööde läbiviimist, suurendavad kulutusi ja tõstavad toodangu omahinda.** Umbrohtunud põllul on raskendatud külvi-, mullaharimis- ja koristustööd, halveneb tööde kvaliteet ja väheneb saak. Umbrohtumine soodustab ka teravilja lamandumist, mis omakorda veelgi suurendab saagikadusi.
7. **Umbrohtude alleloptiline mõju.** Paljude umbrohtude juureeritised ja laguproduktid pärsivad kultuurtaimede kasvu ning arengut. Nii on kindlaks tehtud, et orasheina juureeritised pidurdavad rapsi, lutserni jt. kultuuride idandite kasvu. Ka kassitapu ja põldohaka juureeritiste kahjulikkus on selgesti täheldatav.
8. **Umbrohtumus vähendab muldade viljelusväärtust.** Mida suurem on muldade umbrohtumus, seda väiksem on muldade viljelusväärtus — mullaviljakus ja kultuuride saagikus. Eriti tugeva umbrohtumuse korral võib kultuuride saak väheneda sedavõrd, et nende kasvatamine muutub mittetasuvaks.

Eeltoodut kokku võttes selgub, et umbrohud põhjustavad kasvatatavate kultuuride saagi vähenemist, kvaliteedi halvenemist ja omahinna tõusu. Lähtudes mitmete autorite seisukohtadest võib oletada, et umbrohtude mõjul väheneb kultuuride saagikus Nõukogude Liidus aasta keskmisena ligikaudu 10 % võrra. Nii on see ka Eesti NSV-s. Kohati väheneb saak umbrohtude mõjul isegi 30 ... 40 %. Üldistades umbrohtude pikaajalise uurimise tulemusi, tuli Leedu Põllumajanduse Akadeemia maaviljeluse kateedri prof. P. Lazauskas järeldusele, et kultuurtaimede ja umbrohtude esinemises valitseb kindel seaduspärasus: **ühe või teise mulla pinnaühikul kasvav kultuurtaimede ja umbrohtude mass kokku on enam-vähem konstantne.** Nimelt mida suurem on umbrohtude mass, seda väiksem on kultuuride mass ja vastupidi.

Matemaatilisel viisil selle lineaarse seose väljendada järgmise valemiga:

$$y = A - bx, \text{ kus}$$

- y — kultuurtaimede tegelik mass ts/ha;
- A — kultuurtaimede maksimaalne mass (prognoositav) ts/ha;
- x — umbrohtude mass ts/ha;
- b — tegur, mis sõltub peamiselt kasvatatavast kultuurist ja esinevate umbrohtude liigilisest koosseisust.

3. Umbrohtude bioloogilised iseärasused

Umbrohtude bioloogilised iseärasused on välja kujunenud pikaajalises arengus. Olles diferentseerunud elukestuse, paljunemise viisi, levila jt omaduste alusel, on umbrohtude liigid spetsialiseerunud ja kohanenud kasvuks väga erinevates tingimustes.

→ **Põlluumbrohud** kui liigiliselt arvukamad ja tülikamad on kohanenud mullaharimisega ja paljusid neist ei esine väljaspool külvikordi (rukkilill, nisulill jt).

→ **Rohumaadel**, kus mulda ei harita või haritakse väga harva, kasvavad umbrohuliigid, mis eelistavad suure süsihappegaasi- ja huumusesisaldusega muldi, eelkõige pikaajalised umbrohud. Eri neevused on ka heinamaa ja karjamaa umbrohtude liigilises koosseisus. Karjamaal, kus loomad sageli tallavad kamarat ja korduvalt maapealseid taimeosi kärbivad, ei pea vastu sammasjuurelised ja ka enamik võsundilisi ning roomjuurelisi umbrohte. Paremini levivad karjamaal umbrohud, mida loomad söövad vähe või ei söö üldse (tulikad, karuohakad, raudrohi jt).

Jäätmaadel (teede ja aedade ääres, kraavikallastel, põllupeenardel) kasvavad enamasti toitainete ja valguse suhtes nõudlikumad umbrohud (takjad, kõrvenõges, pujud, ohakad jt).

Ajalooliselt on umbrohtudel, võrreldes kultuurtaimedega, välja kujunenud ka mitmed bioloogilised iseärasused, mis soodustavad nende levikut ja vastupanu tõrjele. Neist tähtsamad on järgmised.

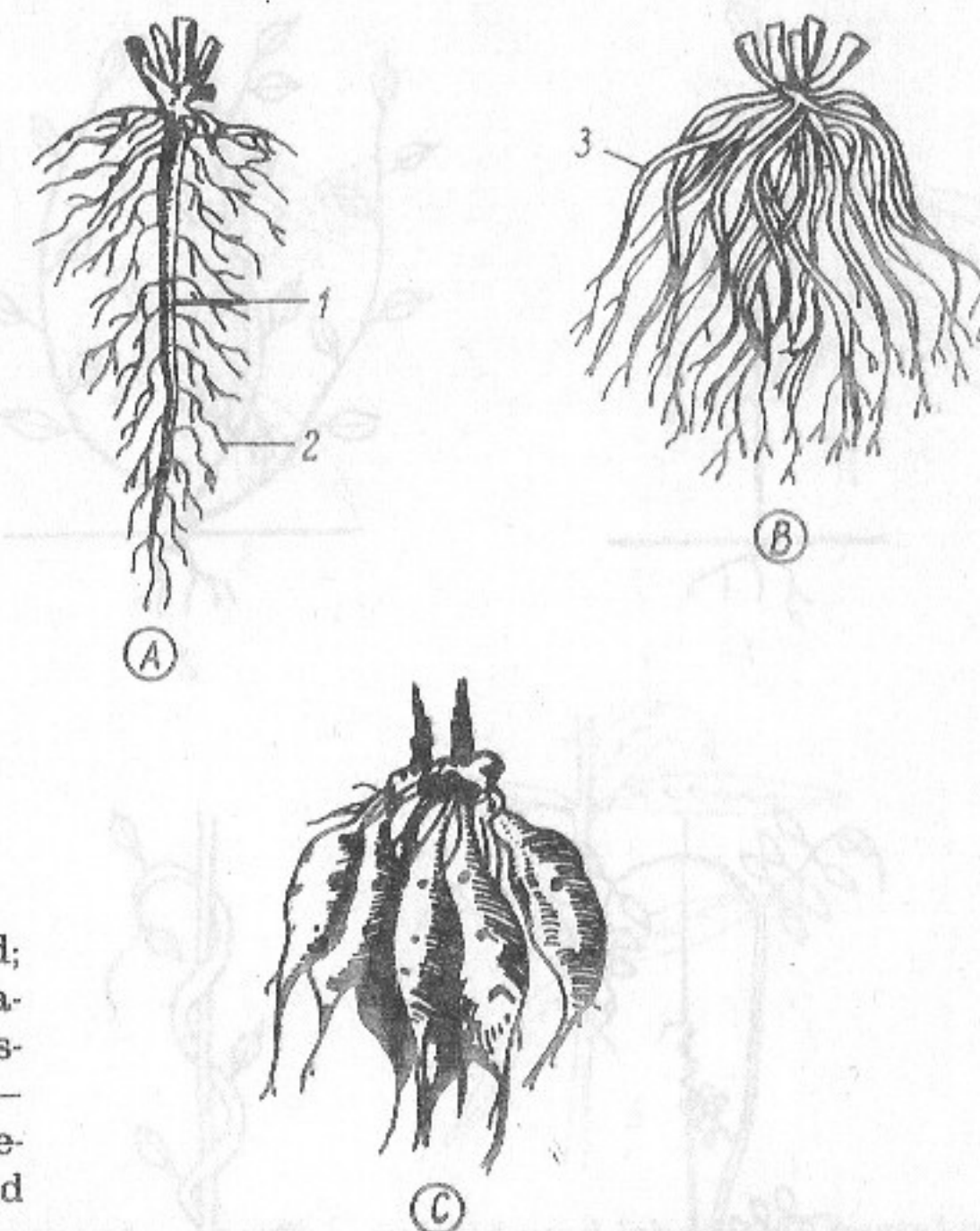
1. Seemnete suur arv.
2. Seemnete kõrge idanevusenergia. Nii on paljude umbrohu liikide toored seemnedki idanemisvõimelised. (Näiteks võililleseemned on idanemisvõimelised kohe pärast õitsemist, mida tuleb võilille tõrjel ka arvestada.)
3. Seemned on idanemisvõimelised pikka aega (isegi kuni 50 aastat) ja nende idanemine jaotub pikale perioodile (isegi 10 või enam aastat).
4. Suurenenud vastupanu väliskeskkonna tingimustele. Mõned liigid taluvad isegi õitsemisjärgus kuni -11°C .

4. Umbrohtude morfoloogiast

Juur, vars ja leht on kõrgemate taimede, sealhulgas ka enamiku umbrohtude peamised vegetatiivorganid.

Taimede juurestik jaguneb kahte tüüpi (joonis 22):

- 1) sammasjuurestik; 2) narmasjuurestik.

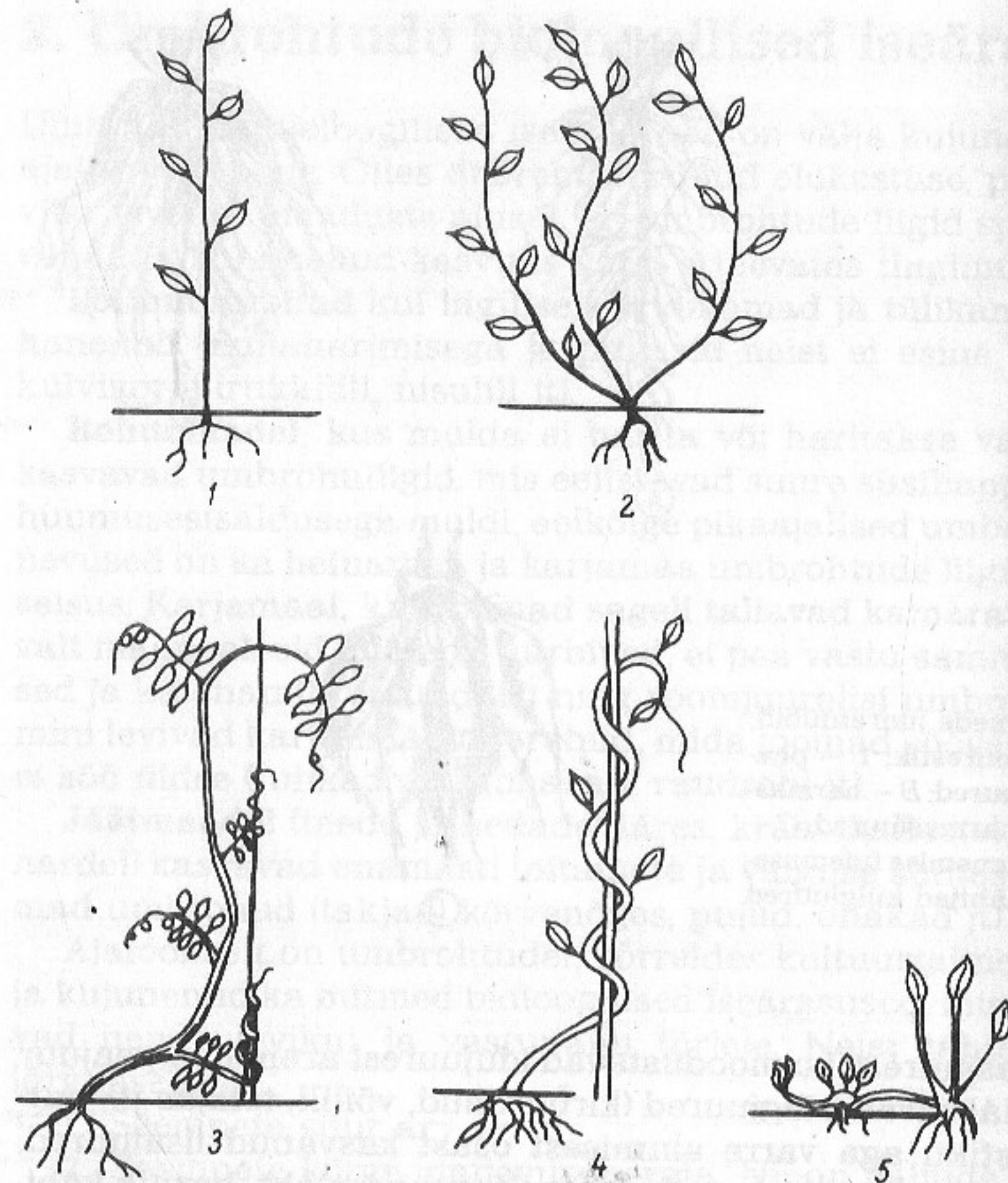


joonis 22. Taimede juuretüübid; A – sammasjuurestik; 1 – peajuur, 2 – külgsuured; B – narmasjuurestik; 3 – narmasjuured; C – külgsuure jämenemise tulemusena tekkinud kähbijad külgsuured

Sammasjuurestiku moodustavad idujuurest arenenud peajuur ja sellest lähtuvad külgsuured (kirburohud, võilill, tõlkjas jt), narmasjuurestiku aga varre alumisest osast kasvanud lisajuured, kusjuures peajuur sureb neil varakult (suur teeleht, harilik kähbihein jt). Eeltoodud tüüpe ei tohi samastada agrobioloogiliste rühmadega – sammasjuurelised ja narmasjuurelised, sest sammasjuurestiku ja narmasjuurestikuga liike esineb enamikus agrobioloogilistes rühmades.

Vars seob kaht taime toitvat organit – juuri ja lehti. Eristatakse kaht põhilist varretüüpi: 1) maapealne; 2) mullasisene.

Kuju järgi jagunevad maapealsed varred järgmiselt (joonis 23): 1) püstised (paljud umbrohuliigid, nagu põldsinep, kirburohud, jumikad, piimohakad, tõlkjas jt); 2) tõusvad, mille varred on aluselt kooldunud (harilik kähbihein, valge karikakar, nälgheinad jt); 3) roomavad, mille varred kinnituvad naabertaimedele köitragudega (hiireherned jt); 4) väänduvad, mille varred keerduvad ümber naabertaimede (konnatatar, kassitapp, tara-seatapp jt); 5) roomavad, mille varred lamavad maapinnal ja on enamasti võimelised sõlmekohtadest juurduma (maajalg, hanijalg, roomav tulikas, vesihein jt).

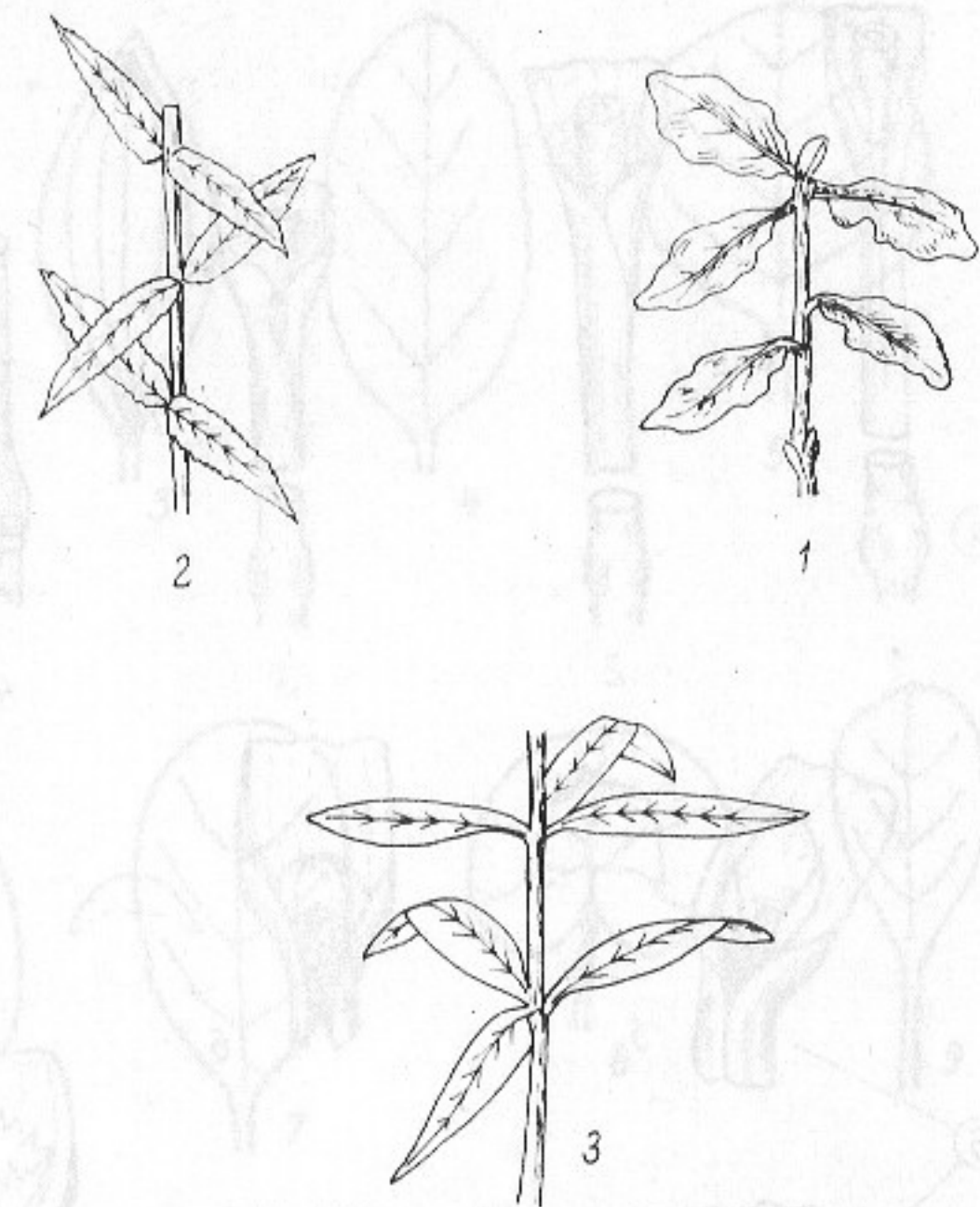


Joonis 23. Maapealsete varte klassifikatsioon kuju järgi: 1 – püstised; 2 – tõusvad; 3 – ronivad; 4 – väänduvad; 5 – roomavad

Maa-alused varred ja varremoodustised on: 1) risoomid (orasheinad, paiseleht, põldmünt jt); 2) mugulad (kukeharjad, kanakoolle jt); 3) sibulad (metslauk, rohulauk, väike kuldtäht jt).

Lehtede paigutuse järgi varrel eristatakse kolme tüüpi (joonis 24): 1) vahelduvad lehed – sõlmest kasvab üks leht ja lehed asuvad varrel spiraalselt (põldsinep, põldrõigas, piimohakad jt); 2) vastakud lehed – sõlmest kasvavad lehed paarikaupa ja paiknevad vastakuti (kõrvikud, roomav metsvits, naistepuna jt); 3) männasjad lehed – sõlmest kasvab eri suunas välja kolm või enam lehte (madarad jt).

Leht kinnitub varrele lehevarrega, selle puudumisel lehe alumise osaga, mis ümbritseb vart.

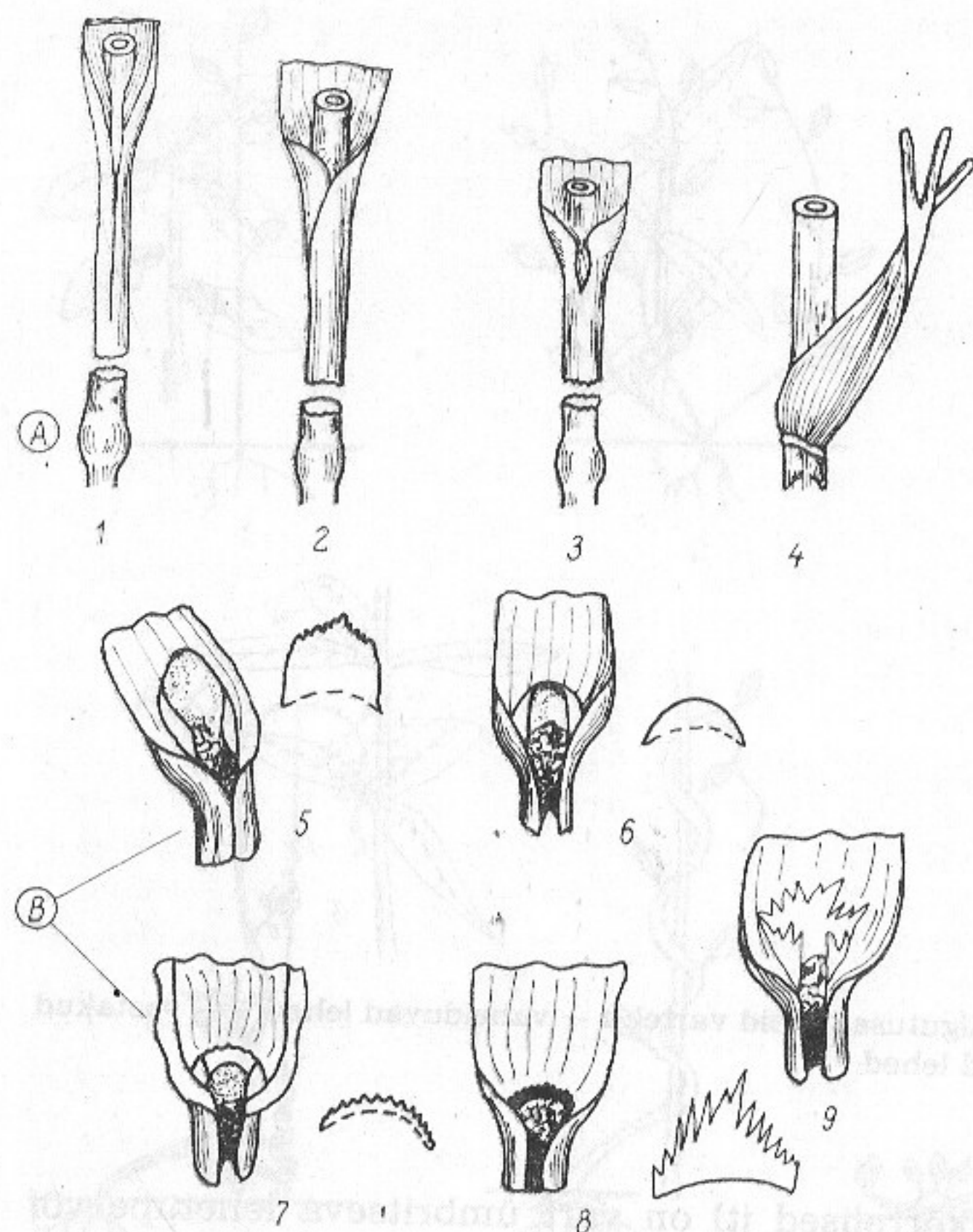


Joonis 24. Lehtede paigutuse tüübid vartel: 1 – vahelduvad lehed; 2 – vastakud lehed; 3 – männasjad lehed;

Osali liikidel (kõrrelised jt) on vart ümbritseva lehetupe või lehevarre alumise osa ehitus liigiliseks tunnuseks (joonis 25). Lehelaba ja lehtede piiril esineb kõrrelistel ja ka mõnedel teistel taimedel kilejas lisand, nn. keeleke, mis on samuti morfoloogiliseks tunnuseks.

Lehed jagunevad oma ehituselt: 1) lihtlehed; 2) liitlehed, kus juures lihtlehed jagunevad omakorda lehe kuju järgi terveteks ja lõhestunud lihtlehtedeks (joonised 26, 27, 28). Liikide eristamisel on oluline ka lehe serva, aluse ja tipu kuju ning lehelaba roodumus (joonis 29), samuti lehtede, lehevarte, lehetupe, keelekese, kattelate karvasus ja selle iseärasused.

Morfoloogilisteks tunnusteks on ka õisiku ning õie kuju ja ehitus (joonis 30).

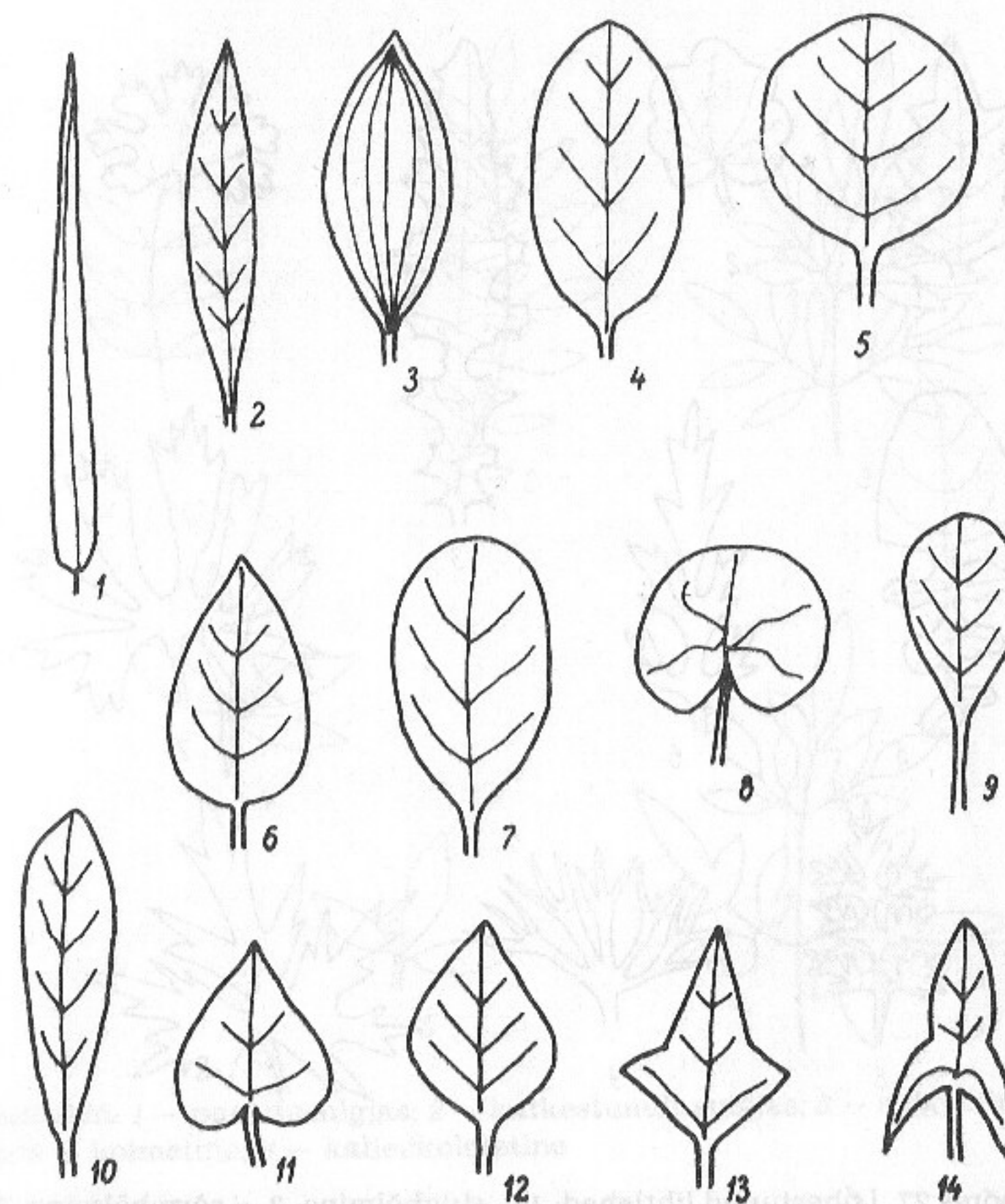


Joonis 25. A – lehetupe kuju; 1 – avatud lahtine; 2 – avatud peale käärdunud; 3 – kinnine, suletud; 4 – paisunud; B – lehekeelekeese kuju; 5 – pikenenud; 6 – lühenenud; 7 – lühike; 8 – ripsjas; 9 – rebitud

5. Umbrohtude paljunemine, levimine ja seda soodustavad tegurid

Edukate tõrjevõtete väljatöötamiseks on vaja tunda umbrohtude paljunemis- ja levimisviise, samuti paljunemist ja levimist soodustavaid tegureid.

Umbrohtude paljunemine ja levimine koosneb neljast etapist: 1) seemnete moodustumine; 2) seemnete levimine; 3) seemnete idanemine; 4) vegetatiivne paljunemine.

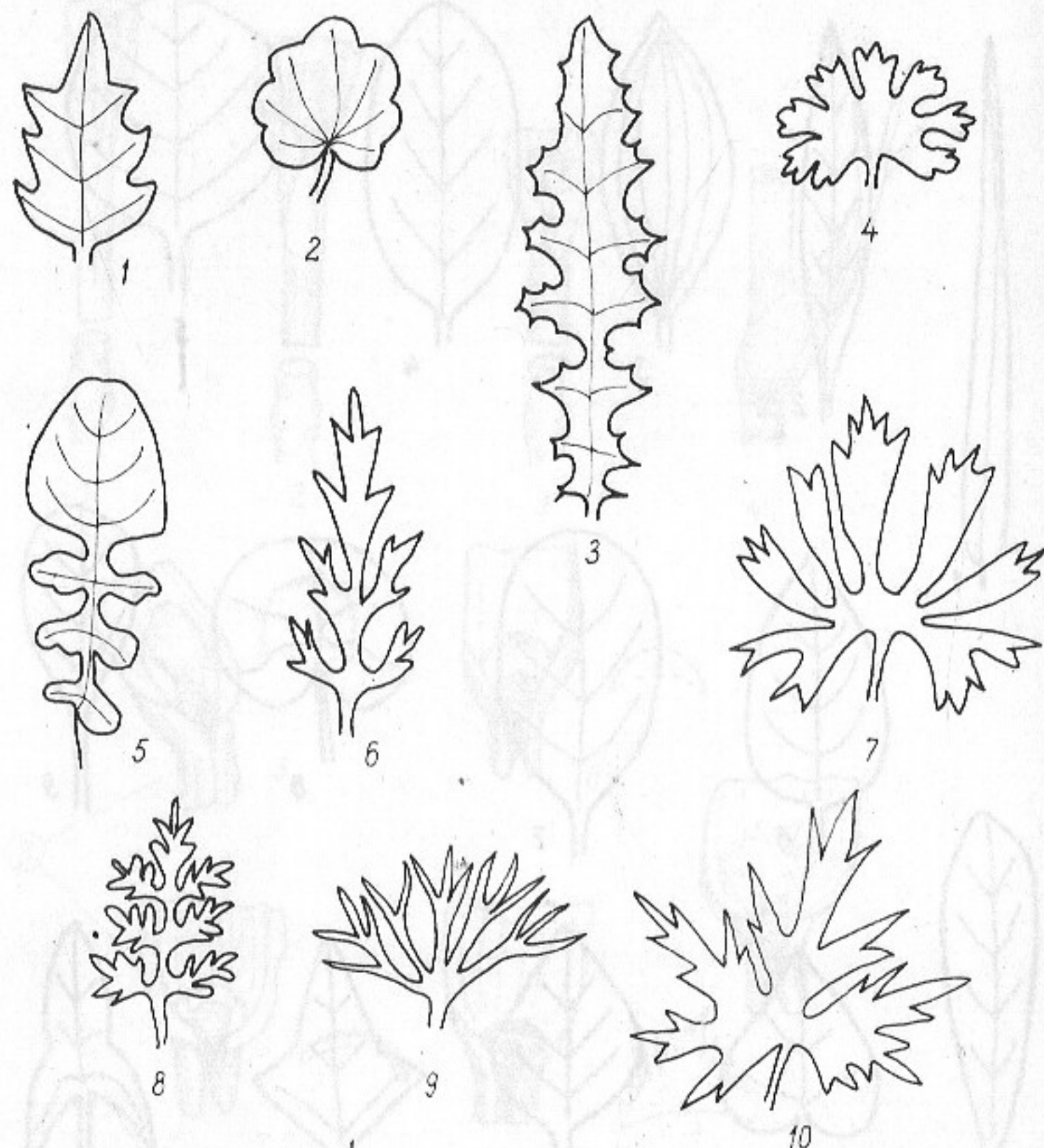


Joonis 26. Terved lihtlehed: 1 – lineaalne; 2 – süstjas; 3 – elliptiline; 4 – ovaaalne; 5 – ümar; 6 – munajas; 7 – äraspidimunajas; 8 – neerjas; 9 – mõlkjas; 10 – talbjas; 11 – südajas; 12 – rombjas leht kiilja alusega; 13 – odajas; 14 – nooljas

5.1. Seemnete moodustumine

Seemned moodustuvad kõigil umbrohuliikidel. Lühiealised umbrohud (elukestus 1...2 aastat) paljunevad valdavalt seemnetega, pikaealised nii seemnetega kui ka vegetatiivselt.

Seemnetega paljunemise käsitlemisel tuleb vahet teha mõistete «seeme» ja «vili» vahel. Enamikul juhtudel tekib vili pärast viljastumist arenevast sigimikust, seeme aga selles sisalduvast viljastatud seemnealgimest, mille katted on muutunud seemnekestaks. Viljastatud munarakk areneb seemneiduks ja lootekoti teisituum toitekoeks e. endospermiks.



Joonis 27. Lõhestunud lihtlehed: 1 - sulghõlmne; 2 - sõrmhõlmne; 3 - sulglõhine; 4 - sõrmlõhine; 5 - kanneljas; 6 - sulgjagune; 7 - sõrmjagune; 8 - kahelisulgjagune; 9 - kaheli-sõrmjagune; 10 - kolmjagune

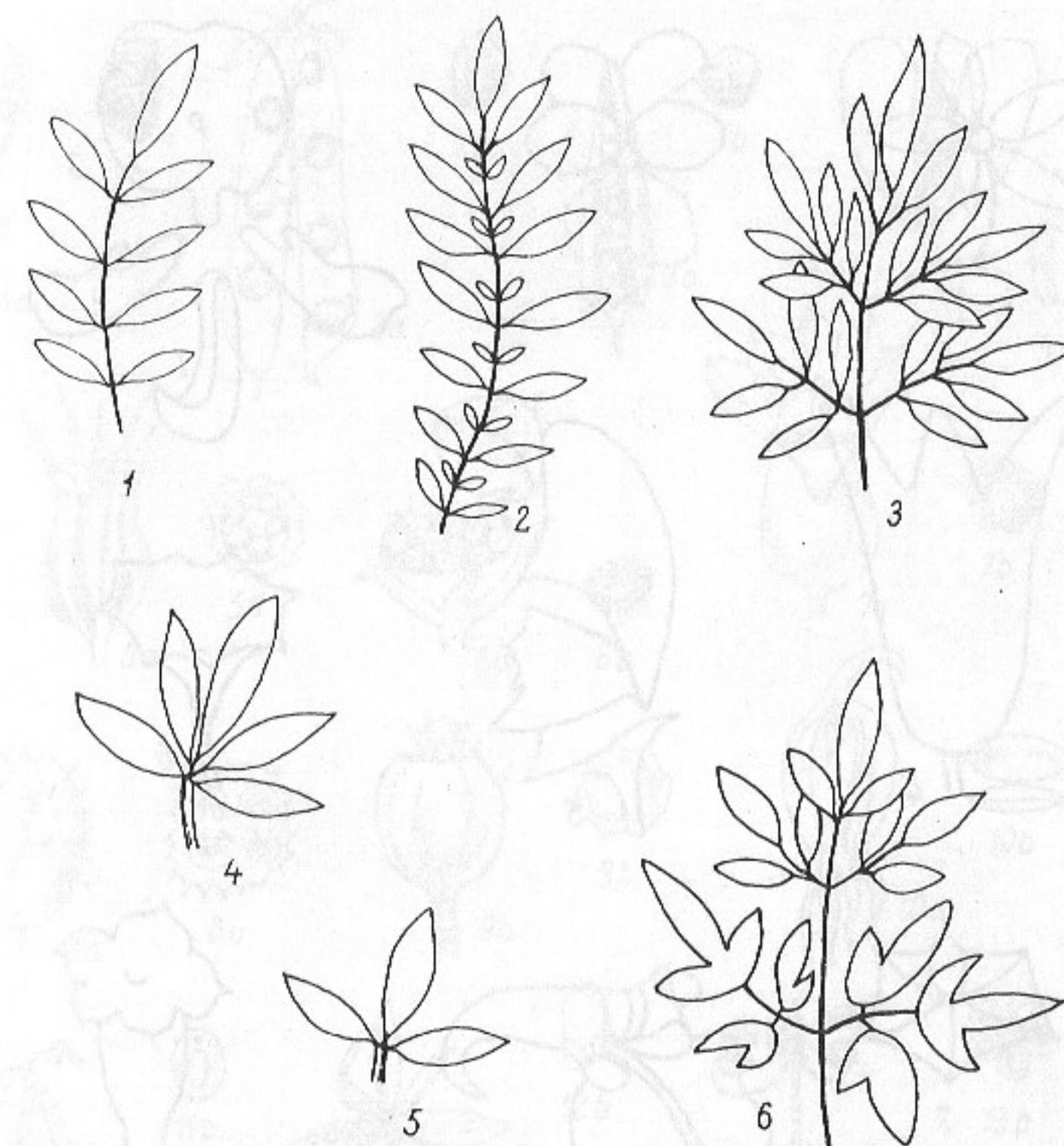
LIHTVILJ, JAGUVILJ, LÜLIVILJ, LIITVILJ

5.1.1. Viljade liigid

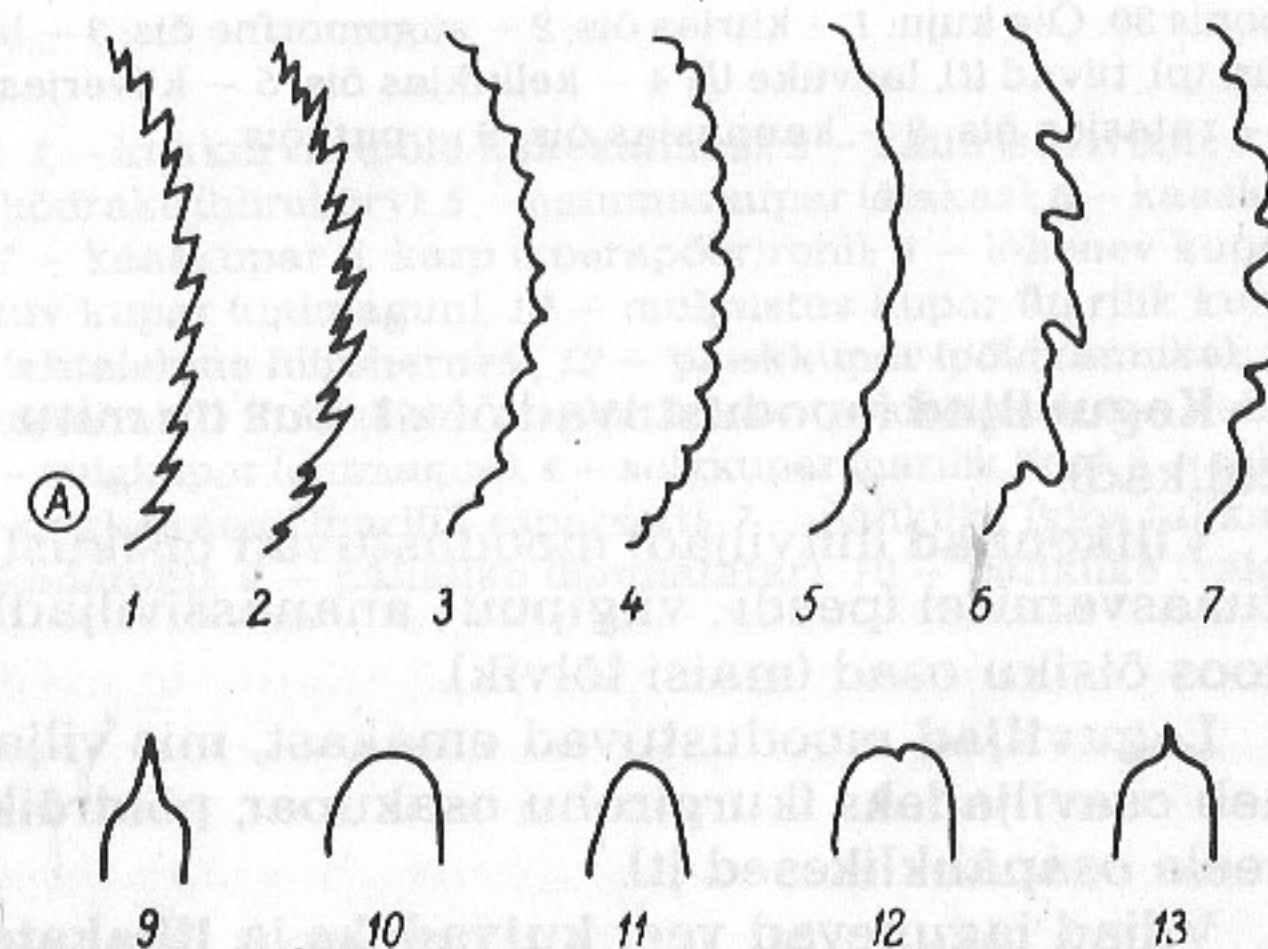
Viljade valmimisel muunduvad sigimiku seinad viljakestaks (perikarp). Vilju, mille moodustamisest võtab osa ainult sigimik, nimetatakse **paljasviljadeks**. Paljudel taimeliikidel hakkab pärast viljastumist arenema õiepõhi, mis ühes sigimiku, õiekatte ja tolmukate osadega võtab osa vilja moodustamisest. Sel juhul arenevad rüüsviljad (ebaviljad).

Peale eeltoodute eristatakse veel järgmisi viljade tüüpe.

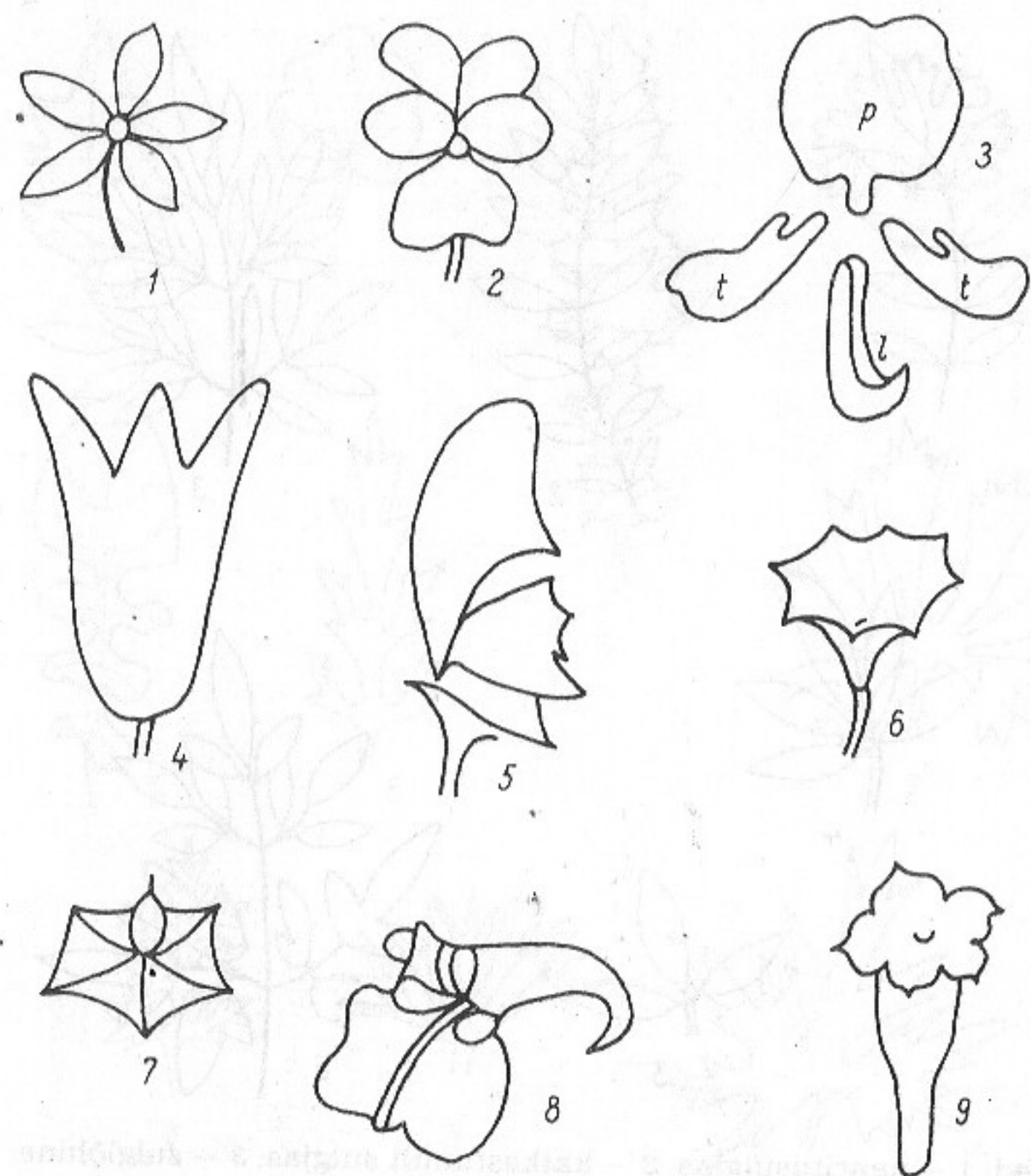
Lihtviljad moodustuvad siis, kui õies on üks emakas (nälghein, tõlkjas, võilill jt).



Joonis 28. Lihtlehed: 1 - paaritusulgjas; 2 - katkestunult sulgjas; 3 - sulglõhine; 4 - sõrmjas; 5 - kolmetine; 6 - kahelikolmetine



Joonis 29. Lehe serv (A): 1 - saagjas; 2 - kahelisaagjas; 3 - hambuline; 4 - täkiline; 5 - loogeline; 6 - kaarhambuline; 7 - sopiline. Lehe tipp (B): 8 - terav; 9 - teritunud; 10 - ümar; 11 - tõmp; 12 - pügaldunud; 13 - ogatipp



Joonis 30. Õie kuju: 1 — kiirjas õis; 2 — sügomorfne õis; 3 — liblikja õiekrooni osad: puri (p), tiivad (t), laevuke (l); 4 — kellukjas õis; 5 — kiiverjas õis; 6 — lehterjas õis; 7 — ratasjas õis; 8 — kannusjas õis; 9 — putkõis

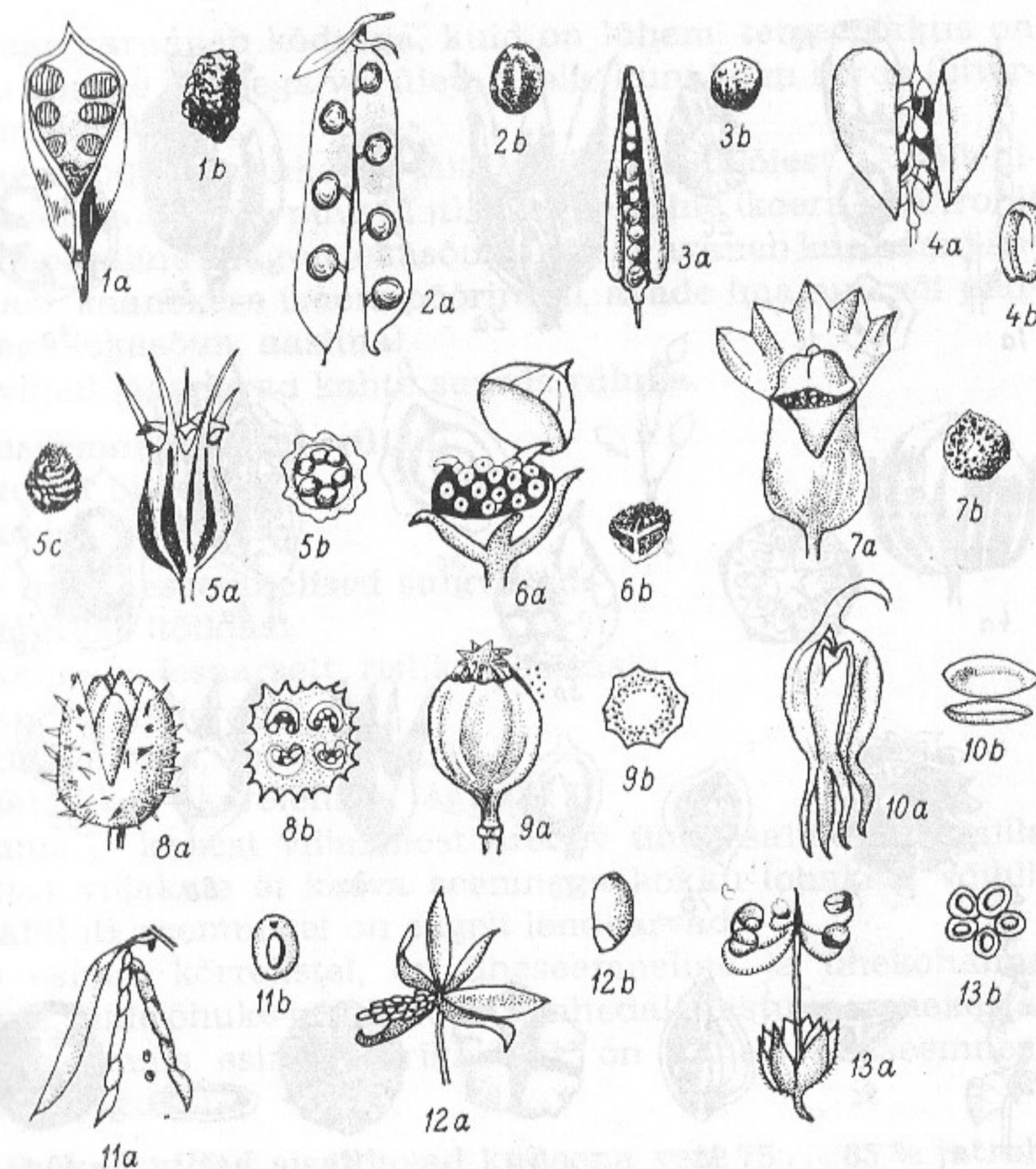
Koguviljad moodustuvad õiest, kus on mitu või palju emakaid (tulikad).

Vilikonnad (liitviljad) moodustuvad õisikust üksikviljade kokkukasvamisel (peedi-, viigipuu-, ananassiviljad) või hoiavad neid koos õisiku osad (maisi tõlvik).

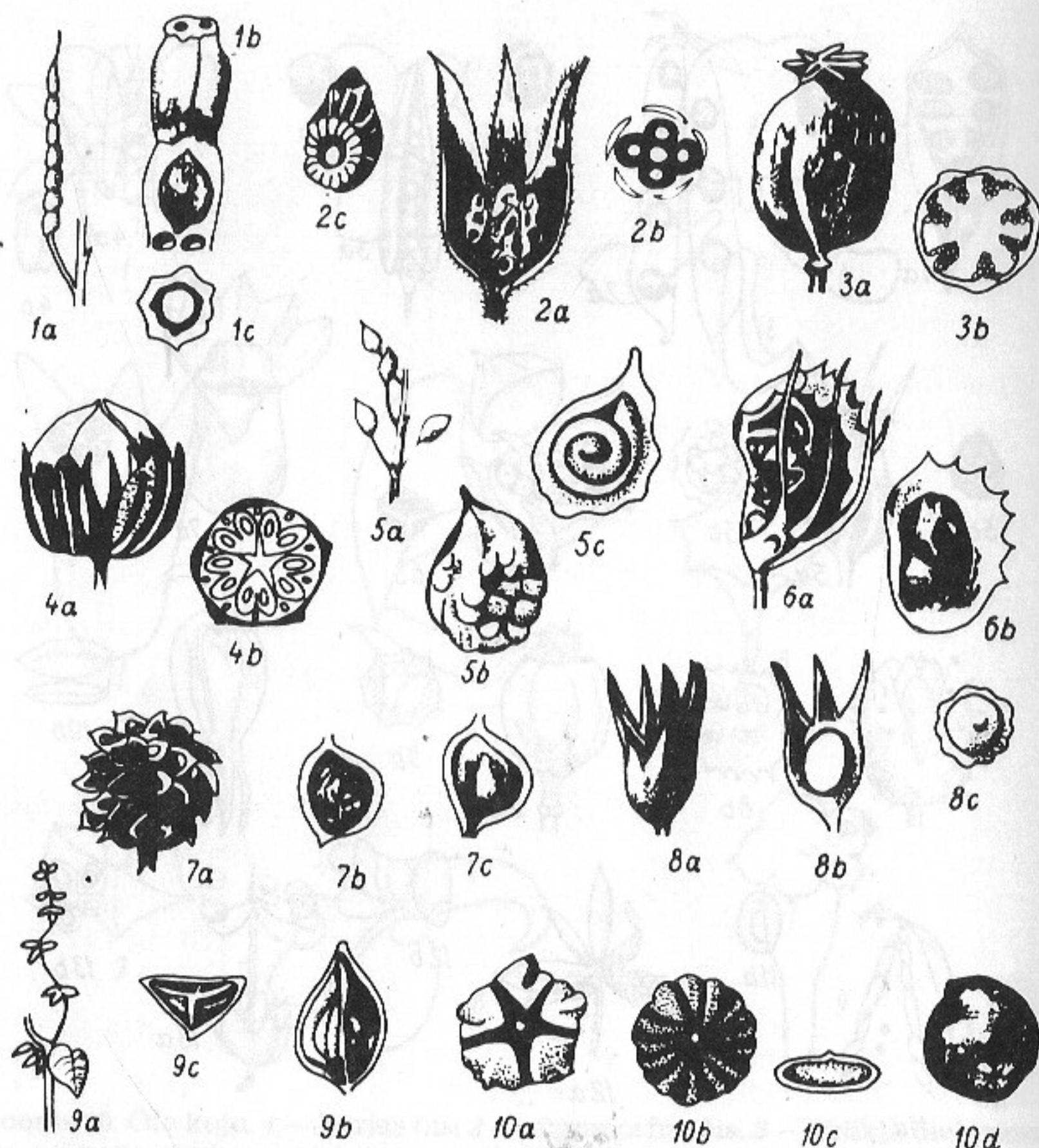
Laguviljad moodustuvad emakast, mis vilja valmimisel laguneb osaviljadeks (kurgirohu osakupar, põldrõika lülikõder, karu-keele osapähklikesed jt).

Viljad jagunevad veel **kuivadeks** ja **lihakateks** viljadeks.

A. **Kuivviljad** valmimise ajal kuivavad ja sisaldavad täisküpsuses harilikult 10...15 % vett. Jagunevad omakorda **avaviljadeks** ja **sulgviljadeks** (joonis 31). Sulgviljad ei avane ja levivad



Joonis 31. I. Avaviljad: 1 — kukkurvili (põld-kukekannus); 2 — kaun (suvivikk); 3 — kõder (põldsinep); 4 — kõdrake (hiirekõrv); 5 — hammaskupar (äiakas); 6 — kaaskupar (põld-varsapõlv); 7 — kaaskupar e. karp (koerapöörirohi); 8 — lõhenev kupar (ogaõun); 9 — mulgustuv kupar (unimagun); 10 — mulgustuv kupar (harilik kurekell); 11 — paiskkaun (ahtalehine hiirehernes); 12 — paiskkupar (põldkannike); 13 — paiskkupar (aas-kurereha). II Sulgviljad: 1 — lühikõder (põldrõigas); 2 — nelikpähklike (karukeel); 3 — sulgkupar (unimagun); 4 — sulgkupar (harilik lina); 5 — sulgkõdrake (tõlkjas); 6 — sulgkaunake (harilik esparsett); 7 — pähklike (kibe tulikas); 8 — sulgkupar (põld-kaderohi); 9 — pähklike (konnatatar); 10 — pähklike (valge hanemalts)



tervetena, avaviljad aga avanevad valmimise ajal ja seemned levivad iseseisvalt.

Paljuseemnelised avaviljad võime rühmitada järgmiselt.

Kukkurvili on moodustunud ühest servast kokkukasvanud viljalehest ja pakatab valmimisel ühte õmblust mööda (põldkukekannus).

Kaun esineb liblikõielistel ja sarnaneb kukkurviljaga, kuid pakatab kahte õmblust (mõhke, keskroodu) mööda. On ka lülিকাunu (seradella) ja paiskkaunu (hiireherned).

Kõder esineb ristõielistel ja on moodustunud kahest viljalehest. See on kaheosaline vili, mis pakatab kaheks viljapoolmeks alt üles. Kõdras on vahesein, mille äärtele kinnituvad seemned. Kõder võib kujult olla mitmesugune, kuid pikkus ületab alati laiust.

Kõdrake sarnaneb kõdraga, kuid on lühem: tema pikkus on peaaegu võrdne laiussega või ületab selle kuni kolm korda (litterhein, hiirekõrv).

Kupar moodustub kahe või mitme viljalehega õiest. Ta võib olla ühepesaline (äiakas, puuvill jt), kahepesaline (koera-pöörirahi) või mitmepesaline (magun, okasõun). Kupar avaneb kas hammas- (äiakas), kaanekese (koera-pöörirahi), avade (magun) või piki- (pragudega) (okasõun, aaslina).

Sulgviljad jagunevad kahte suurde rühma.

Paljuseemnelised sulgviljad:

- 1) sulgkupar (lina);
- 2) sulgkõder (aedrõigas).

Ühe- ja kaheseemnelised sulgviljad:

- 1) sulgkõdrake (tõlkjas);
- 2) sulgkaunake (esparsett, ristik, mesikas);
- 3) sulgkupar (kaderahi);
- 4) pähklike (nõges, kanep, tatar);
- 5) nelipähklike — karelehist jaguvili;
- 6) seemnis — kahest viljalehest arenev ühepesaline vili, mille nahkjast viljakate ei kasva seemnega kokku (ohakad, võilill, päevalill jt); seemnistel on sageli lendkarvad;
- 7) teris esineb kõrrelistel, on üheseemneline ja ühekohaline kuivvili, mille õhuke viljakest asub tihedalt vastu seemnekesta;
- 8) kaksikseemnis esineb sarikalistel, on kahest osaseemnest koosnev jaguvili.

B. Lihakad viljad sisaldavad küpsena vett 75...85 % ja rohkem. Kuni valmimiseni on nad rohelised, valminult on nende värvus aga antotsüaani või kromoplastide tekkimise tõttu ere. Lihakad viljad on tavaliselt sulgviljad, pakatamist esineb harvemini (väikeseõieline lemmalts).

5.2. Seemnete levimine ja seda soodustavad tegurid

Ajaloolise arengu vältel on umbrohtude omadused muutunud selles suunas, et liik püsiks ökosüsteemis. Sellele aitavad kaasa mitmed bioloogilised iseärasused, sealhulgas seemnete rohkus ja mitmesugused levikuviisid.

Autorite andmed umbrohutaimede keskmise seemnete arvu kohta on väga erinevad. See on ka mõistetav, sest seemnete arv sõltub mullastikust, ilmastikust ja paljudest teistest teguritest.

Tuntud umbrohu-uurijate E. Korsmo ja akad. A. Maltsevi andmetel annab üks umbrohutaim keskmiselt seemneid:

	Korsmo	Maltsev
rukkiluste	1450	1420
äiakas (nisulill)	200	2500
rukkilill	1800	6680
konnatatar	140 ... 200	11 200
piimohakas	8400	19 000
harilik ristirohi	1400 ... 7200	20 000
põldohakas	4800	35 550
kesalill	3400	54 000
hiirekõrv	2000 ... 40 000	73 000
hanemalts	3100	100 000
harilik puju	50 000 ... 70 000	143 000
peenlehine unilook	6000	730 000

Uurimisandmete täiustamisel on õigem need andmed esitada eraldi erinevate kasvutingimuste kohta ja piirväärtustena.

Umbrohtude levikut mõjutavad ka seemnete suurus, mass ja kuju. Harilikult kaasneb taimede suurema seemnete arvuga väiksem seemnete suurus ja mass. Umbrohtudel, mis oma seemneid ise levitavad, on enamasti väiksemad, kergemad ja sageli ka lendkarvadega seemned.

Suuremad seemned on teise rinde umbrohtudel, mis enamasti koristatakse koos kultuuridega (eriti teraviljadega). A. Maltsev jaotab seemned massi järgi 5 rühma.

1. 0,001 ... 0,01 mg — kõige kergemad ja väiksemad seemned, mis esinevad vaid vähestel liikidel.
2. 0,01 ... 0,1 mg — väga kerged peened seemned (pujud, liivakannid, ahtalehine pajulill jt).
3. 0,1 ... 2,0 mg — kerged peened seemned, mis esinevad enamikul umbrohuliikidel (raudrohi, kummelid, rukkihein, luht-kastevars, murunurmikas, põld-kaderohi, väike oblikas, valge hanemalts jt).
4. 2,0 ... 10,0 mg — keskmised seemned ja viljad, mis esinevad väga paljudel umbrohtudel (linaraihein, orashein, rukkilill, kirburohud, roomav madar jt).
5. Üle 10,0 mg — suured rasked seemned ja viljad, mis esinevad vähestel umbrohuliikidel (varikanep, enamik hiireherne liike, tõlkjas jt).

Muidugi võib sama liigi seemnete suurus kõikuda sõltuvalt kasvuoludest, seemne asetusest õisikus jt teguritest.

Suurt mõju avaldab seemnete levikule nende kuju. Kui umbrohuseemned sarnanevad kujult mõne kultuurtaime seemnetega, siis on neid külvisest raske eraldada. Nii on see tuule- ja liivakae-

ra eraldamisega kultuurkaerast, rukkiluste eraldamisega rukkist, väikese oblika seemne eraldamisega ristikust jne.

Tuulega levivad hästi lendkarvadega, samuti tiivulised, õhukead ja kerged seemned. Akad. A. Maltsev on umbrohuseemnete tuulega leviku iseloomustamiseks kasutusele võtnud **kandvuse näitaja**, mis on seemne suurima löikepinna (cm²) suuruse jagatis tema massiga grammides. Teise rinde umbrohtudel, mida sageli satub kultuurtaimede seemnete hulka, on kandvuse näitaja enamasti 5 ... 9, mis on lähedane kultuurtaimede vastavale näitajale (rukkil umbes 7). Tuulega levivatel seemnetel on see kümneid kordi suurem. Seemnete kandvust suurendavad peale tiivulisuse veel lendkarvad, nagu paljudel korvõielistel umbrohtudel (ohakad, võilill jt). Näiteks põldohaka seemne kandvus ilma lendkarvadeta on A. Maltsevi andmetel 11,4, lendkarvadega 1040.

Tähtsat osa etendavad levikul ka seemnete pinnal esinevad ohted, harjased ja karvakesed, mille abil seemned võivad kinnituda loomade karvade, lindude sulgede ja inimeste riiete külge. Et vältida seemnete sattumist vahetult taime lähedusse, soodustab paljude liikide viljade avanemisviis seemnete eemalepaiskumist (nisulill, väikeseõieline lemmalts jt).

Levikut soodustavateks teguriteks on ka idanemisaeg ja idanemisvõime püsimise kestus. Kui kultuurtaimede seemned idanevad enamasti ühtlaselt ja kiiresti, siis enamik umbrohte omab pikka idanemisaega, kusjuures nad idanevad väga ebaühtlaselt, idanemisvõimelised püsivad aga kaua.

Eriti massiliselt levivad umbrohuseemned käesoleval ajal laudasõnnikuga, mis suure veesisalduse ja halbade hoiutingimuste tõttu ei läbi kuumkäärimise staadiumi. Iga tonni laudasõnnikuga viiakse seetõttu põldudele keskmiselt 0,5 ... 1 miljon idanemisvõimelist umbrohuseemet.

Seemnete levikuviisi järgi võib umbrohud jaotada 5 bioloogilisse rühma.

1. Autohooorid — liigid, mille seemned varisevad või paisatakse laiali emataime ümbritsevale alale (nälghheinad, väikeseõieline lemmalts jt).
2. Hüdrohooorid — liigid, mis levivad veega ja mille viljad või seemned on enamasti paksukestalsed, sisaldavad sageli õhku ja on kaetud õlitaolise ainega (oblikate viljad jt).
3. Zoohooorid — liigid, mille viljad või seemned levivad loomade ja lindude kaasabil:
 - a) endozoohooorid — liigid, mille vilju või seemneid söövad loomad ja linnud ning mille seemnetest osa säilitab seedetraktis idanemisvõime;

b) eksozoohoorid — liigid, mille viljad või seemned kinnituvad ogadega, ohetega, harjastega, karvadega või kleepuvad loomade karvade ja lindude sulgede külge ning kantakse sel teel laiali (tuulekaer, roomav madar jt).

4. Anemohoorid — liigid, mille viljad või seemned levivad tuulega. Kerged viljad ja seemned, mis on kaetud kas kileja kestaga, tiivukestega või lendkarvadega (põld-litterhein, võilill, ohakad jt).

5. Antropohoorid — liigid, mille vilju või seemneid levitavad inimesed kultuurtaimede seemnetega, söötadega, laudasõnnikuga, veokitega, tööriistadega jne.

5.3. Seemnete idanemine

Umbrohuseemnete eluvõime, seda mõjutavad tegurid, seemnete puhkeperiood ja idanemine — need kõik omavad tähtsust umbrohtude levikul.

Sageli täiesti idanemisvõimelised umbrohuseemned pärast valmimist kohe ei idane, vaid vajavad puhkeperioodi, mille pikus sõltub peamiselt umbrohtude ajalooliselt väljakujunenud liigilistest iseärasustest, kuid ka idanemiskeskonna tingimustest (hapniku vähesus jne). Seetõttu idanevad paljude umbrohuliikide seemned pika perioodi (sageli kuni 10 aasta) jooksul. Näiteks Taa-nis korraldatud katses idanesid põldsinep ja -litterhein järgmiselt.

Aastad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kokku
Põldsinep	12	11	15	18	26	3	1	0	0	86 %
Põld-litterhein	1	0	9	7	1	0	29	36	4	87 %

Sama uurija täheldas vesiheina ja hariliku kassinaeri idanevuse perioodilisust.

Umbrohuseemnetele on omane säilitada mullas idanemisvõime pika perioodi jooksul. Uurimised USA-s näitasid, et 20, 55 ja 105 cm sügavusele mulda viidud 107 kultuurtaime- ja umbrohuliigist olid enamik idanemisvõimelised veel pärast 20-aastast mul-las viibimist.

Baeli katsetes USA-s säilitasid maa sees liivas 50 aasta jooksul idanemisvõime katses olnud 20 liigist 5 liiki, kusjuures kärnoblika seemnete idanevus oli veel 52 %.

Need seemnete idanemise bioloogilised iseärasused raskenda-vad oluliselt umbrohutõrjet.

5.4. Vegetatiivne paljunemine

Mitmed umbrohuliigid paljunevad nii seemnetega kui ka vegeta-tiivselt. Valdav enamik neist on pikaealised umbrohud, kuid see võime on ka mõningatel lühiealistel (vesihein jt).

Pikaealised umbrohud võib vegetatiivse paljunemise intensiiv-suse järgi jaotada kahte suurde rühma: 1) paiksed e. vegetatiiv-selt vähe levivad; 2) rändlikud e. vegetatiivselt hästi levivad umb-rohud, millel on ka välja arenenud vegetatiivse paljunemise orga-nid (vt lähemalt ptk 6.2.2.2).

Vegetatiivse paljunemise võimet omavad umbrohud, eriti rändlikud e. vegetatiivselt hästi levivad, on kõige ohtlikumad ja raskemini tõrjutavad, millega võitlemiseks on eriti oluline raken-dada kõiki kompleksse umbrohutõrje abinõusid.

6. Umbrohtude klassifikatsioon ja tähtsamad esindajad

Umbrohud klassifitseeritakse bioloogiliste iseärasuste (toitumis-viis, elukestus, paljunemisviis ja intensiivsus, kasvuintensiivsus jne) järgi järgmisteks agrobioloogilisteks rühmadeks ja allrühma-deks.

Umbrohtude klassifikatsioon

A. Parasiitumbrohud		B. Mitteparasiitumbrohud	
Täisparasiit-umbrohud	Poolparasiit-umbrohud	Lühiealised umbrohud	Pikaealised (mitme-aastased) umbrohud
		I. Üheaastased umbrohud:	I. Paiksed e. vegeta-tiivselt vähe levivad:
		1) suviumbrohud;	1) sammasjuurelised;
		2) talvituvad ja taliumbrohud;	2) narmasjuurelised;
			3) puhmikülised;
			4) mugul- ja sibul-umbrohud.
		II. Kaheaastased umbrohud.	II. Rändlikud e. vege-tatiivselt hästi levivad:
			1) võsundilised;
			2) risoomidega umb-rohud;
			3) roomjuurelised.

Selle klassifikatsiooni järgi on kokku 12 agrobioloogilist allrühma: 1) täisparasiitumbrohud; 2) poolparasiitumbrohud; 3) suviumbrohud; 4) talvituvad ja taliumbrohud; 5) kaheaastased umbrohud; 6) sammasjuurelised umbrohud; 7) narmasjuurelised umbrohud; 8) puhmikulised umbrohud; 9) mugul- ja sibulumbrohud; 10) võsundilised umbrohud; 11) risoomidega umbrohud; 12) roomjuurelised umbrohud.

6.1. Parasiitumbrohud

Parasiitumbrohte iseloomustab heterotroofne toitumine. Neil on eriomased iminapad e. haustorid, millega nad võtavad peremeestaimede maapealsetest osadest või juurtest valmis toitaineid. Järgnevad täisparasiit- ja poolparasiitumbrohtudeks.

6.1.1. Täisparasiitumbrohud

Täisparasiitumbrohtudel ei ole fotosünteesi võimet (puudub klorofüll), mistõttu nad elavad kogu vegetatsiooniperioodi jooksul peremeestaimede maapealsete osade ja juurte kudetest omastatavate toitainete arvel. Taimeluure parasitoloogidest täisparasiitumbrohtudest on Nõukogude Liidus tuntud *Orobanchaceae* perekonda kuuluvad liigid. Eesti NSV-s neid liike ei esine. Taimeluure parasitoloogidest umbrohtudest on Nõukogude Liidus enam levinud võrmide (*Cuscuta* sp.) perekonna esindajad (joonis 32). Täisparasiitumbrohtudest on võrmid leviku ja kahjustuse suuruse poolest Eesti NSV-s peamised.

Võrmidel puuduvad lehed ja juured. Vars on niitjas ja väänduv ning peremeestaimedele kinnitumiseks ja nendest toitainete vastuvõtmiseks on neil iminapad (haustorid). Õied on väikesed ja koondunud kerajateks õisikuteks. Vili on kupar.

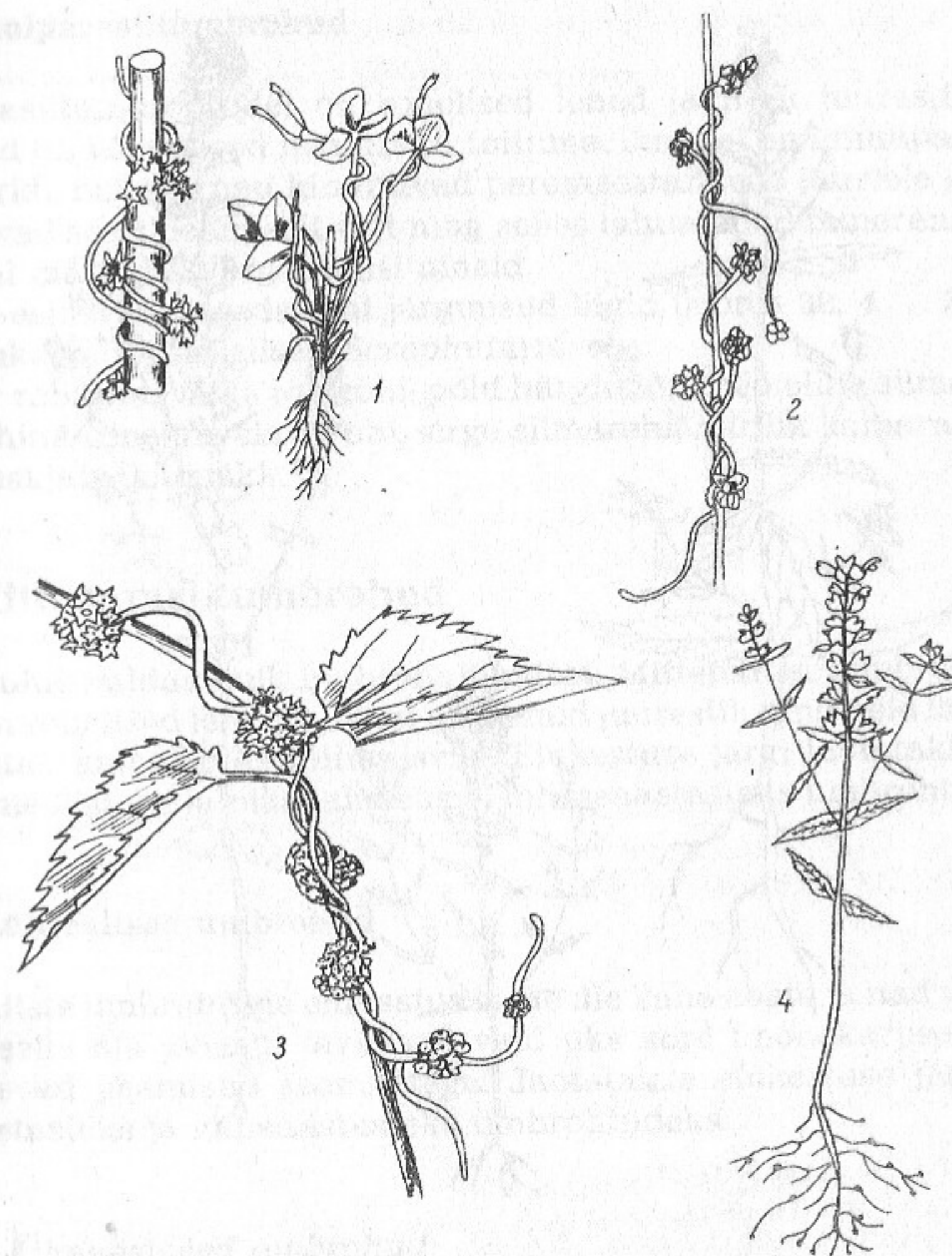
Meil esinevad võrmid on suviumbrohud ja parasiteerivad peamiselt kaheidulehelistel rohttaimedel. Levivad peamiselt seemnetega, harva vegetatiivselt (selleks peavad varretükid sattuma peremeestaimele ja sellele iminappadega kinnituma).

Meil esinevad järgmised võrmiliigid (joonis 32, 1...3). Sukuks: võrmilised *Cuscutaceae*

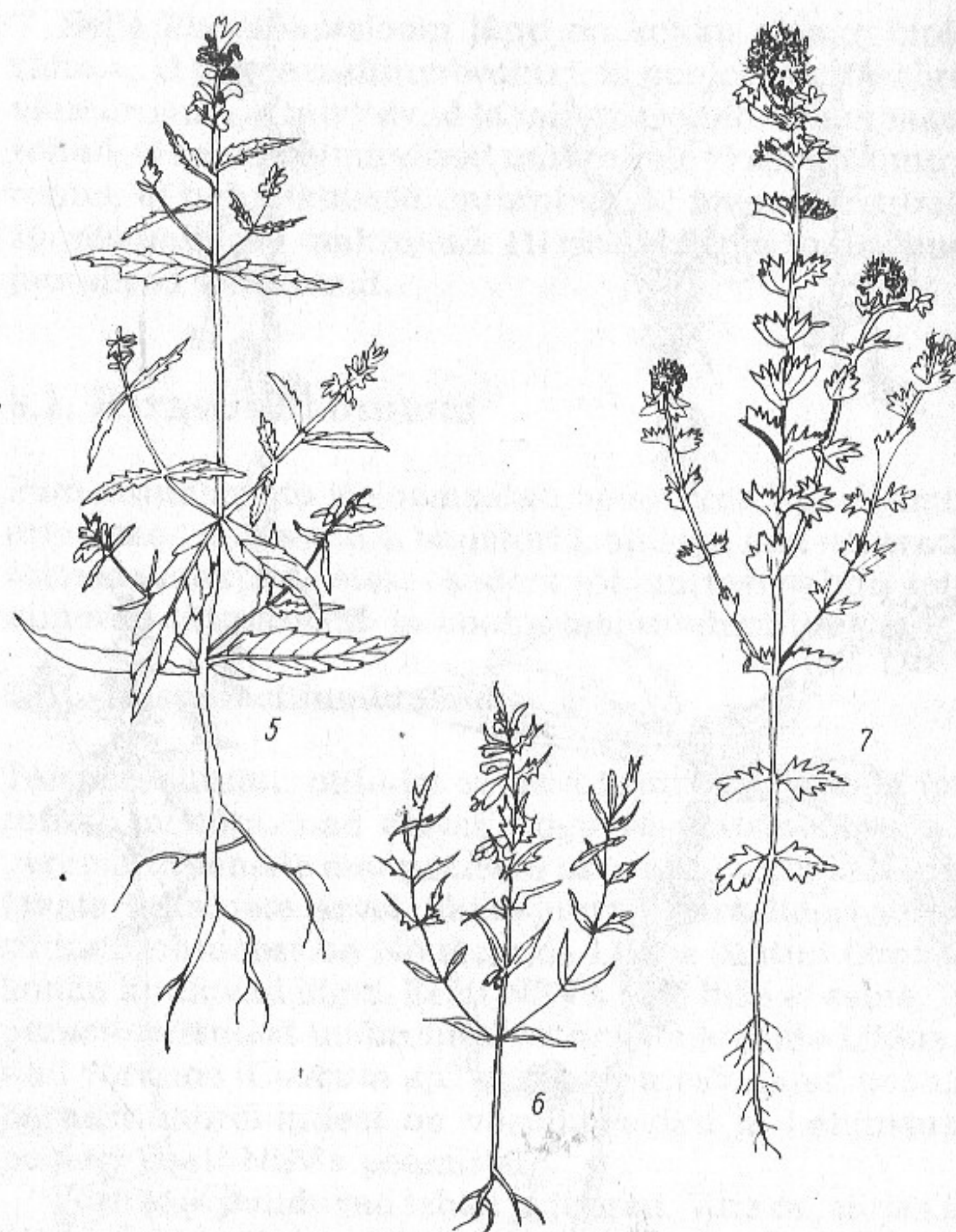
Ristikuvõrm; linavõrm; harilik võrm; põldvõrm; liivatee-võrm.

Ristikuvõrm parasiteerib peamiselt põllul kasvaval ristikul, harvemini teistel taimedel.

Linavõrm parasiteerib peamiselt linal ja mõningatel lina umbrohtudel. Seeme ei pudene. Laos säilitab idanemisvõime pikka aega.



Joonis 32. Täisparasiit- ja poolparasiitumbrohud: 1 — ristikuvõrm; 2 — linavõrm; 3 — harilik võrm; 4 — suur robirohi; 5 — harilik kamaras; 6 — põld-härghein; 7 — sirge silmarohi



Harilik võrm esineb meil peamiselt kõrvenõgesel, humalal ja noortel lehtpuudel eelkõige mitteharitavatel aladel.

Põldvõrm ja liivatee-võrm on meil esinevatest võrmiliikidest kõige laiemal areaalil. Põldvõrm võib parasiteerida ristikuliikidel, lutsernil, vikil, suhkrupeedil ja paljudel teistel kultuurtaimedel. Liivatee-võrm esineb ristikutel, liivateel ja paljudel teistel taimedel niitudel, põldudel, metsaservadel ja -lagendikel.

Kõik võrmiliigid kuuluvad karantiinsete umbrohtude hulka, nende tõrje on kohustuslik ja tuleb läbi viia vastavalt kehtestatud eeskirjadele.

6.1.2. Poolparasiitumbrohud

Poolparasiitumbrohtudel on rohelised lehed ja nõrk juurestik ning nad on võimelised iseseisvalt toituma. Juurtel on iminapad (haustorid), millega nad kinnituvad peremeestaimede juurtele ja omastavad sealt peamiselt vett ning selles lahustunud mineraal-, vähemal määral ka orgaanilisi aineid.

Meil esinevad sagedamini järgmised liigid (joonis 32, 4...7).

Sugukond: mailaselised *Scrophulariaceae*

Suur robirohi; väike robirohi; põld-härghein; lühiõieline silmarohi; lühinäärmeline silmarohi; sirge silmarohi; harilik kamaras; soo-kuuskjalg; käopäkk.

6.2. Mitteparasiitumbrohud

Sila kuulub valdav hulk umbrohuliikidest. Mitteparasiitumbrohtudel on rohelised lehed ja hästi arenenud juurestik ning neid iseloomustab autotroofne toitumisviis. Elukestuse järgi jaotatakse nad lühiealisteks ja pikaealisteks e. mitmeaastasteks umbrohtudeks.

6.2.1. Lühiealised umbrohud

Lühiealiste umbrohtude elukestus ei ole üle kahe aasta ja nad viljuvad selle aja jooksul tavaliselt vaid üks kord (monokarpsed). Paljunevad peamiselt seemnetega. Jaotatakse elukestuse järgi üheaastasteks ja kaheaastasteks umbrohtudeks.

6.2.1.1. Üheaastased umbrohud

Üheaastaste umbrohtude hulka kuuluvad liigid, mis oma tsükli lõpetavad ühe vegetatsiooniperioodi jooksul. Jaotatakse elukestuse järgi efemeerideks, suviumbrohtudeks ning talvituvateks ja taliumbrohtudeks. Meil tüüpilisi efemeere ei esine.

1. **Suviumbrohud.** See rühm on võrdlemisi liigirikas, ka meie vabariigis. Suviumbrohud tärkavad ja kannavad vilja samal vegetatsiooniperioodil. Sügisel tärganud taimed vilja ei kannu ja hukuvad. Nad annavad rohkesti seemneid, mis mulda sattudes üsna kiiresti idanevad. Enamik lühiealiste umbrohtude seemneid siiski sügisel ei idane; nad idanevad järgmisel kevadel ja veelgi hiljem. Omapäraseks bioloogiliseks iseärasuseks on see, et enamiku liikide arenguperioodi pikkus muutub sõltuvalt kasvutingi-

*Efemeerid - lühiealised
lühikese eluajaga, vilja moodustavad
pärast suvekuu lõppu. Paljud
sügisel ei idane, vaid järgmisel kevadel.*

mustest. Näiteks hilisema tärkamise korral (juulis) valmib nende liikide seeme palju lühema aja jooksul kui varasema (mais) tärkamise korral.

Massilise tärkamise aja järgi võime suviumbrohud jaotada kahte rühma: varajased ja hilised. Varajased tärkavad massiliselt varakevadel ja nende seemned valmivad kultuuride koristamise ajaks. Hilised tärkavad valdavalt hiljem, enam soojenenud muldas ja nende seemned valmivad samuti eelmisest rühmast hiljem. Tüüpilisemad varajased suviumbrohud on tuulekaer, valge hanemalts, harilik nälghein, põldsinep. Hilistest suviumbrohtudest on tuntumad tähkjas rebashein, roheline kukeleib, tähkjas kukehirss.

Mõnede liikide kasvuperiood väga lühike, näiteks raudnõgesel, mis võib soodsate kasvutingimuste korral anda vegetatsiooniperioodi jooksul 2...3 põlvkonda.

Suviumbrohud pole külmakindlad ja talvel nad hukuvad.

Sagedamini esinevad meil järgmised suviumbrohtude liigid (joonis 33).

Ristõielised *Cruciferae*

Põldsinep; valge sinep; põld-kapsasrohi (naerishein); põldrõigas; liivtuder; linatuder; põldtuder; põld-linnutuder; tupp-kilbirohi; rihu-peenlook; harilik unilook; haisev kress; liivkress; metskevadik; harilik varakevadik; gallia koerasinep.

Maltsalised *Chenopodiaceae*

Valge hanemalts; punane hanemalts; vesihaljas hanemalts; paljuseemneline hanemalts; vits-hanemalts; vārd-hanemalts; linn-hanemalts; aedmalts; odalehine malts; harilik malts; tatari malts.

Nelgilised *Caryophyllaceae*

Harilik nälghein; külvi-nälghein; lina-nälghein; suur-nälghein; kevad-nälghein; müür-kiplill.

Rebasheinalised *Amaranthaceae*

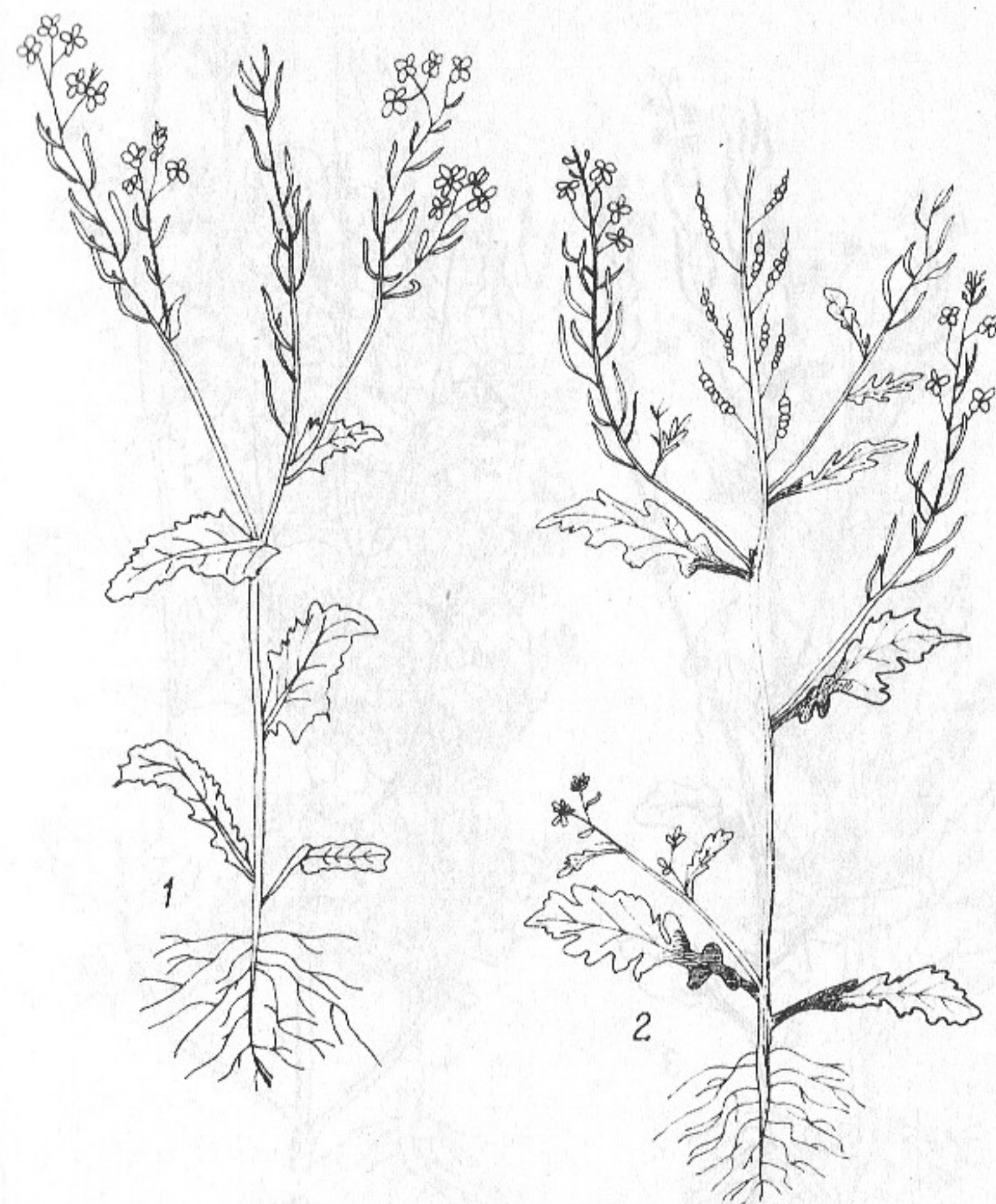
Tähkjas rebashein; valge rebashein.

Korvõielised *Compósitae*

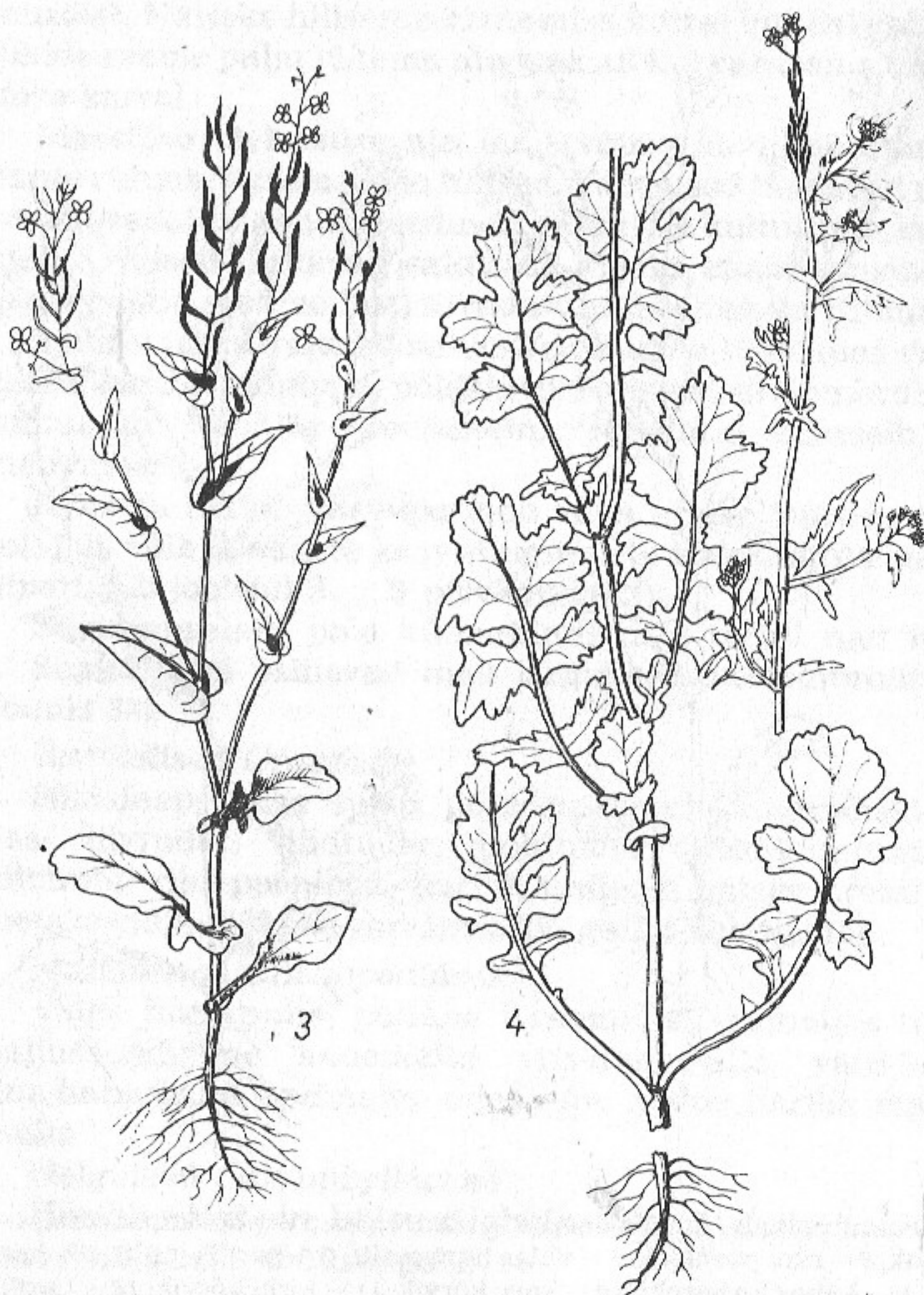
Harilik piimohakas; kare piimohakas; harilik ristirohi; pihkane ristirohi; voolme-ristirohi; põld-paganapea; väike paganapea; karvane võörkakar; paljas võörkakar; longus ruse; kolmisruse; haisev karikakar; lõhnav kummel; teekummel; soo-kassiurb; kõrge säikas; kallas-väärtakjas; astel-väärtakjas; pugu-väärtakjas; harilik linnukapsas.

Körrelised *Gramíneae*

Tuulekaer; põhja-tuulekaer; terakas tuulekaer; liivkaer; uimastav raihein; lina-raiheifi; roheline kukeleib; tähkjas kukehirss.



Joonis 33. Suviumbrohud: 1 — põldsinep; 2 — põldrõigas; 3 — põld-kapsasrohi; 4 — harilik unilook; 5 — rihu-peenlook; 6 — valge hanemalts; 7 — harilik malts; 8 — harilik nälghein; 9 — kahar kirburohi; 10 — kare kõrvik; 11 — kirju kõrvik; 12 — harilik piimalill; 13 — konnatatar; 14 — harilik piimaohakas; 15 — kare piimaohakas; 16 — harilik ristirohi; 17 — lõhnav kummel; 18 — harilik linnurohi; 19 — harilik karukoel; 20 — harilik linnukapsas



Tatralised *Polygonaceae*

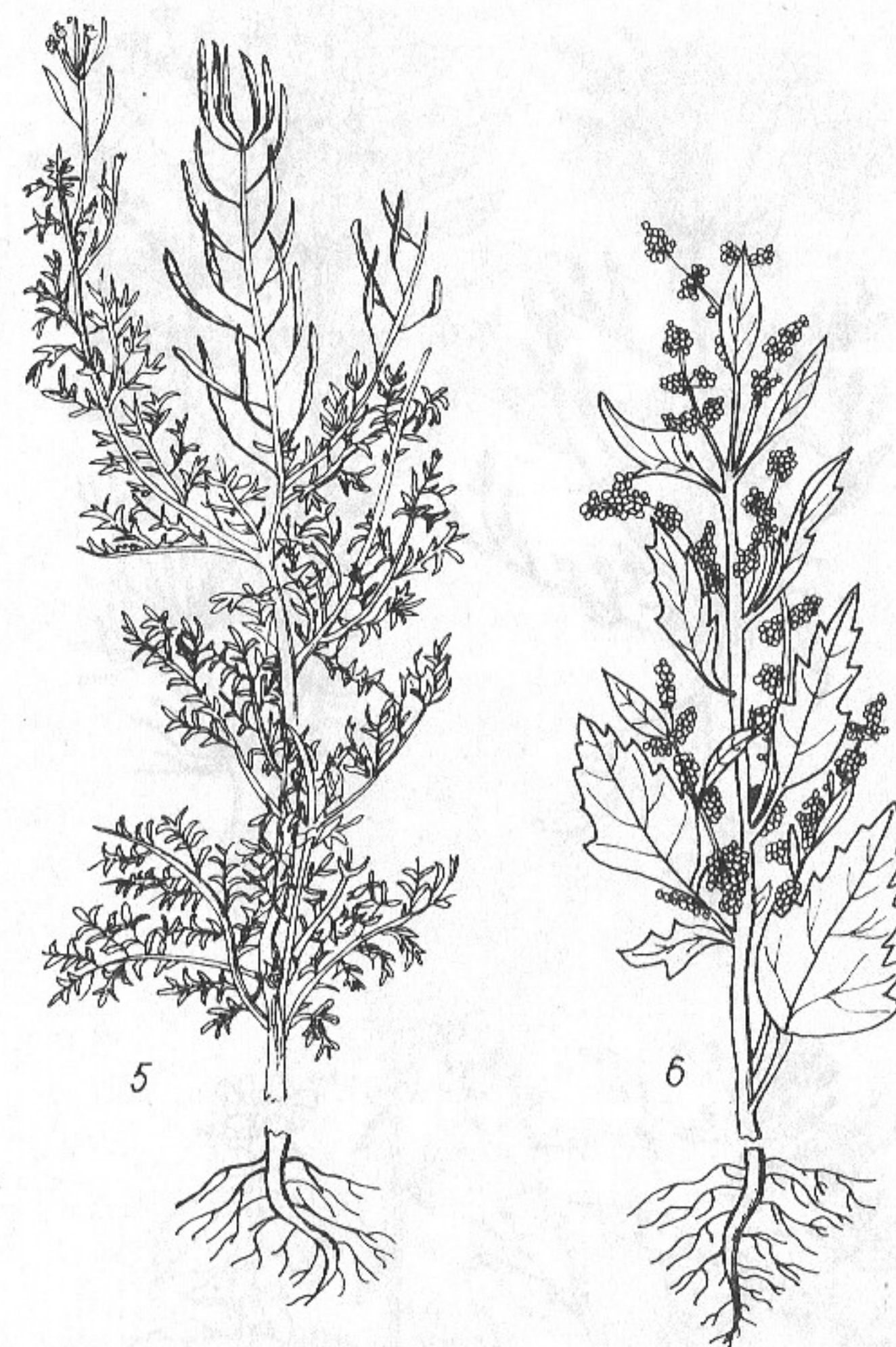
Harilik kirburohi; kahar kirburohi; lina-kirburohi; sõlmine kirburohi; väike kirburohi; mõru kirburohi; harilik linnurohi; erilehine linnurohi; konnatatar; idatatar.

Mailaselised *Scrophulariaceae*

Kesamailane; pihkane haiklõug.

Huulõielised *Labiatae*

Kirju kõrvik; kare kõrvik; ahtalehine kõrvik; pügaldunud kõrvik; pehme karvane kõrvik; karvane tondipea; sile tondipea.



Maavitsalised *Solanaceae*

Must maavits; ogaõun.

Karelehelised *Boraginaceae*

Põldrusujuur; harilik karukeel; karerohi.

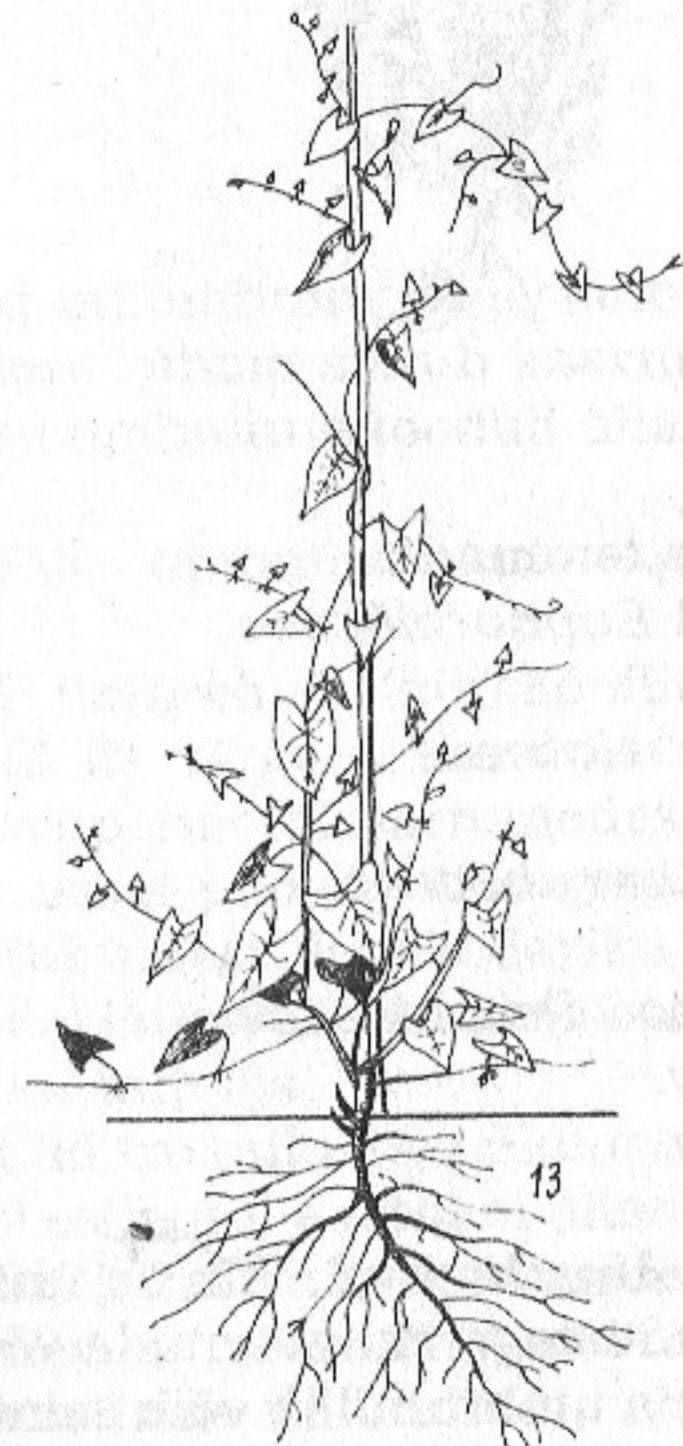
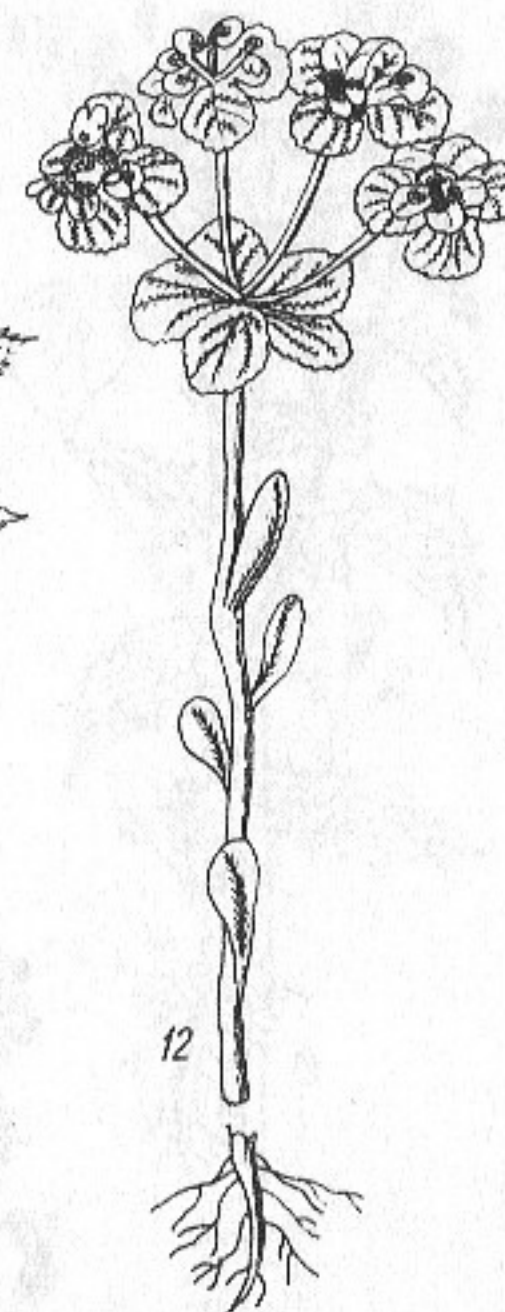
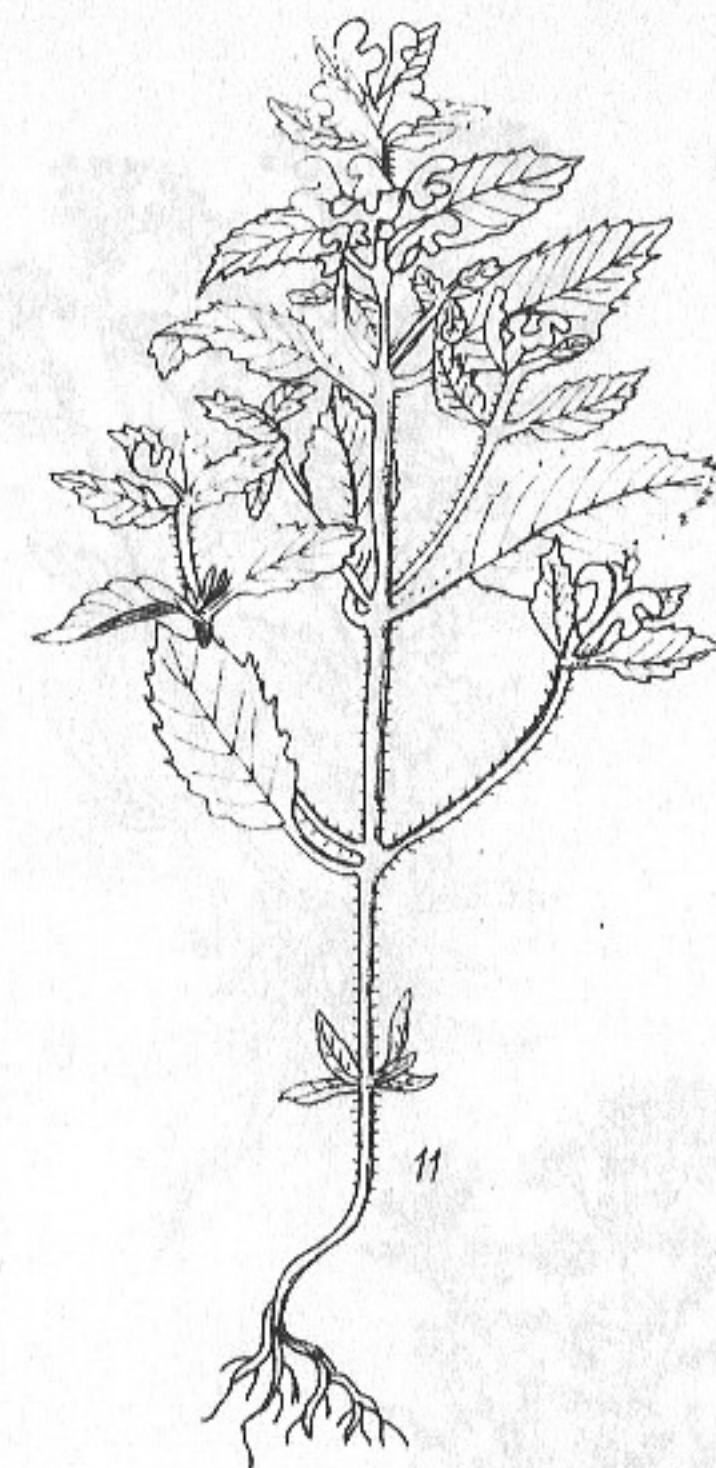
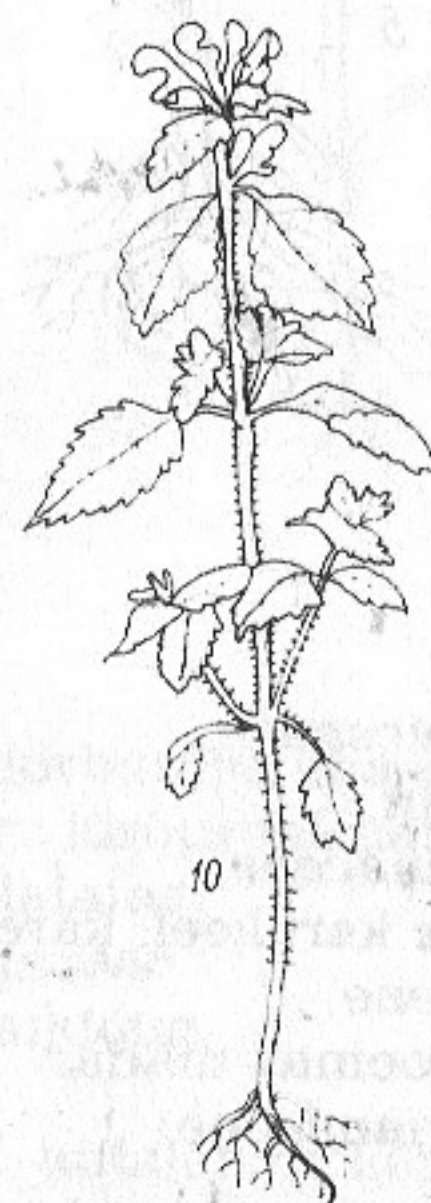
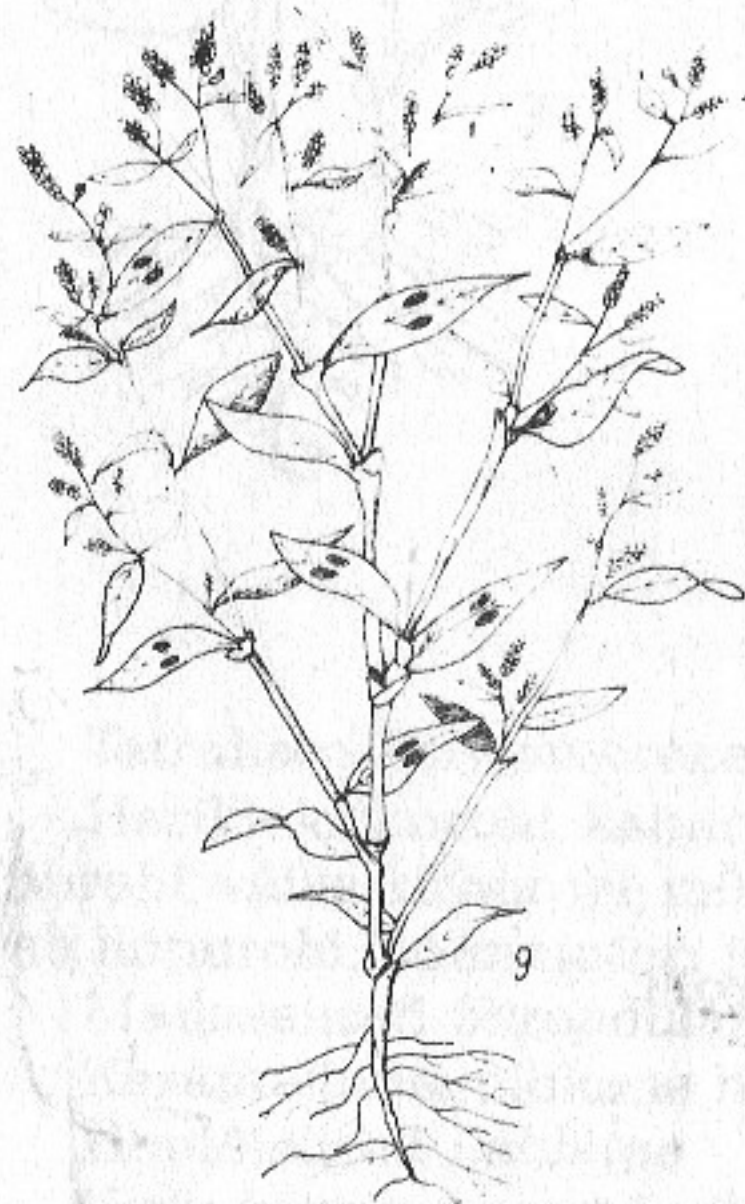
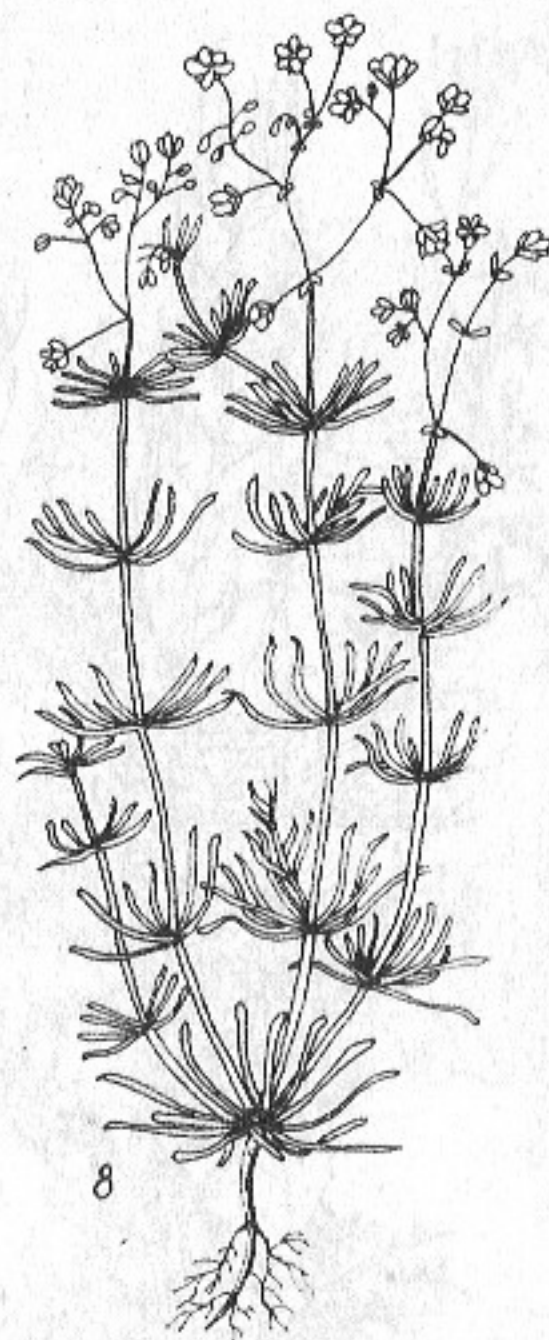
Madaralised *Rubiaceae*

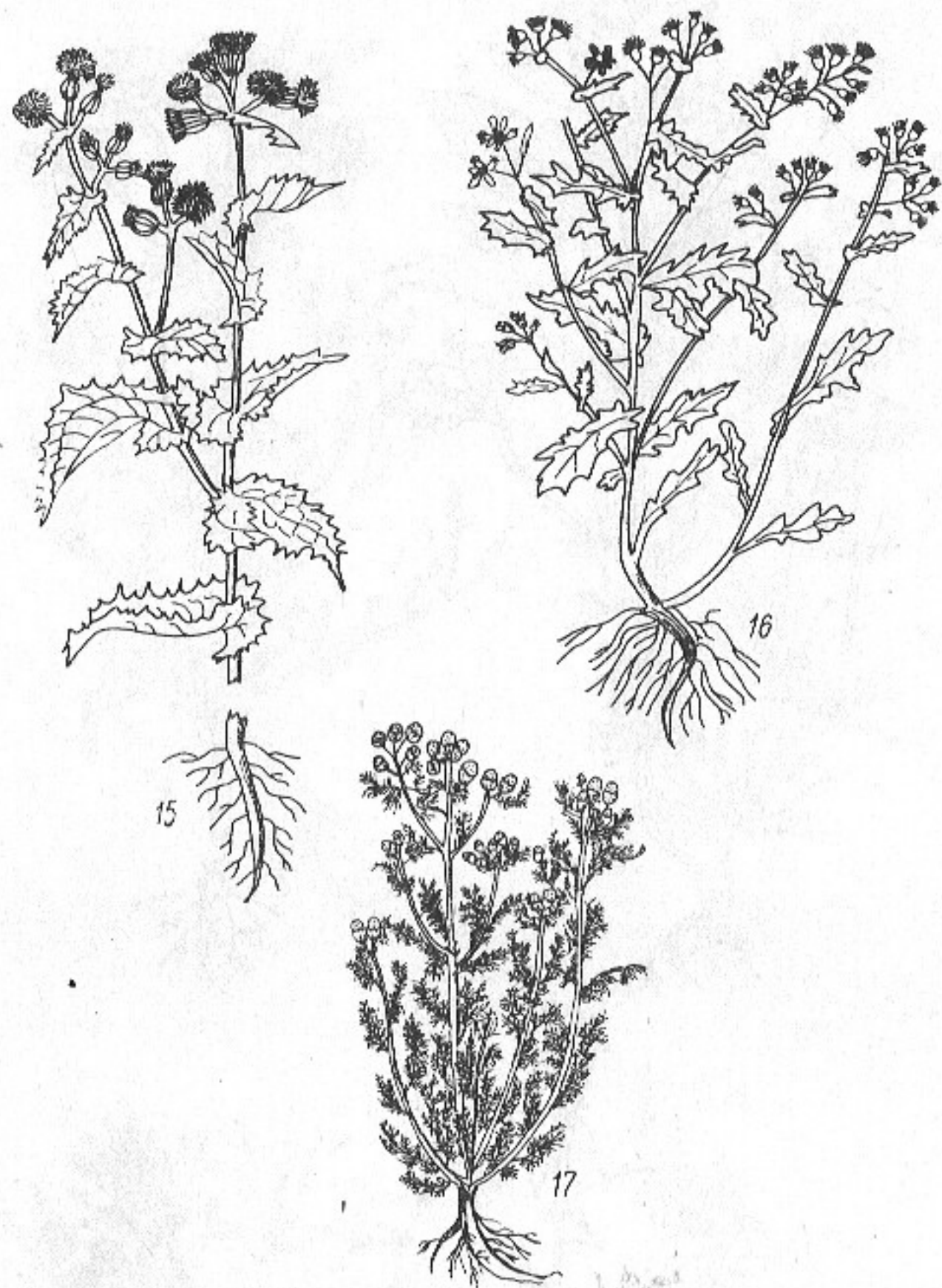
Põldmadar; virn- e. roomav madar.

Palderjanilised *Valerianaceae*

Põldkännak.

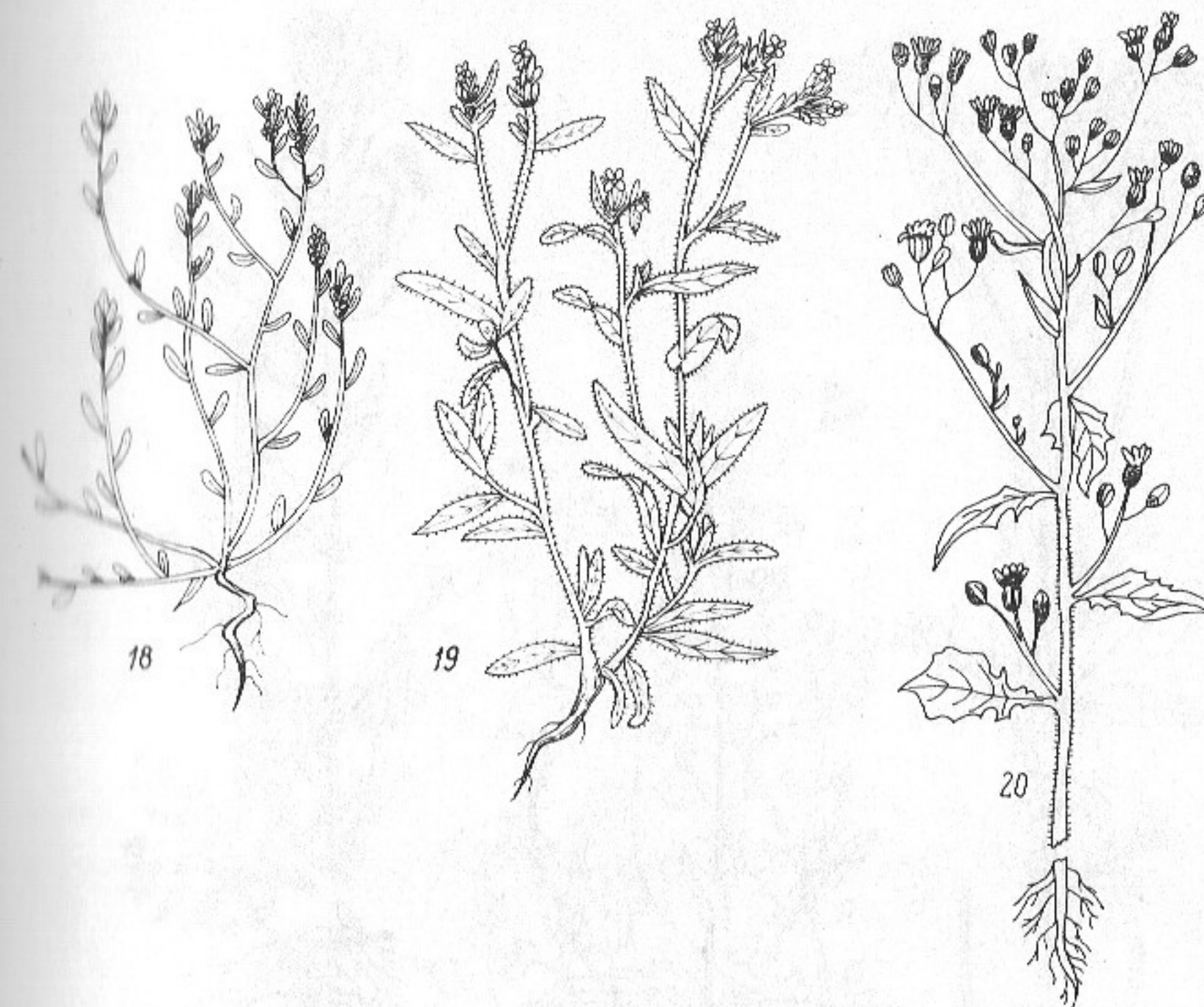
Lemmaltsalised *Balsaminaceae*





Väikeseõieline lemmalts.
Piimalillelised *Euphorbiaceae*
Harilik piimalill.
Nõgeselised *Urticaceae*
Raudnõges.
Kanepilised *Cannabaceae*
Varikanep.
Nurmenukulised *Primulaceae*
Põld-varsapõlv.

2. Talvituvad ja taliumbrohud. Siin on ühendatud kaks erinevate bioloogiliste omadustega rühma, mida võiks käsitleda ka eraldi. Et aga üks ja sama umbrohuliik võib esineda kord suvi-, kord tal-

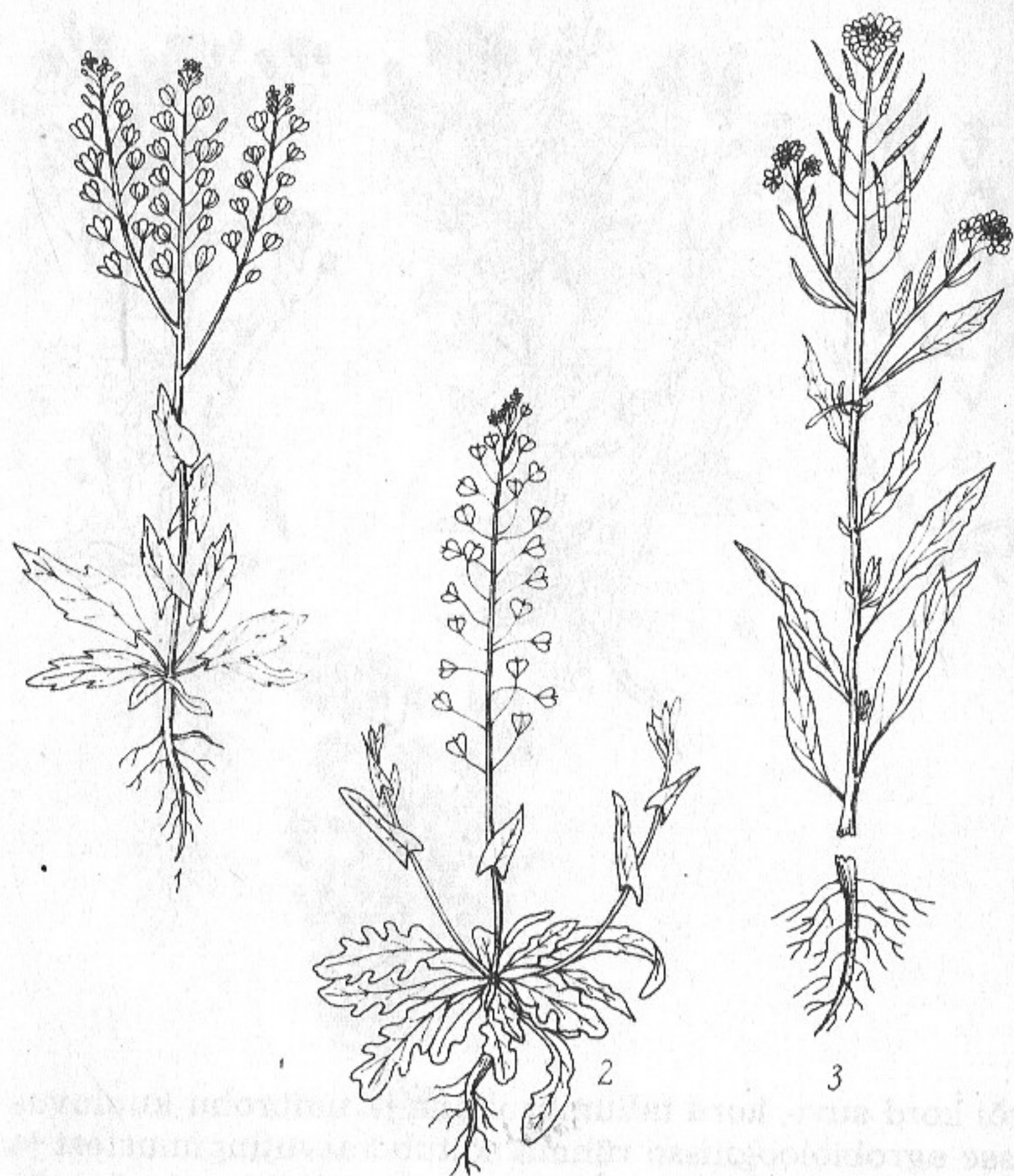


vituva või kord suvi-, kord taliumbrohuna ja umbrohu kuuluvus vastavasse agrobioloogilisse rühma sõltub kasvutingimustest ja tärkamisajast, siis on need umbrohud toodud ühe agrobioloogilise rühmana.

Tüüpiliste talvituvate ja taliumbrohtude agrobioloogilised omadused on järgmised.

Tüüpilised talvituvad umbrohud (hiirekõrv, põld-litterhein, põld-kukekannus, rukkilill jt), tärgates kevadel või suve algul, kannavad vilja samal kasvuperioodil, sarnanedes suviumbrohtudega, tärgates aga suve teisel poolel või sügisel, moodustavad nad erinevalt suveumbrohtudest lehekodariku ja talvituvad. Järgmise aasta varakevadel jätkavad nad kasvu ja viljuvad. Umbrohistavad nii suvi- kui ka talivilja.

Tüüpilised taliumbrohud (rukkiluste, põldluste, harilik rukkihein e. rukki-kastehein jt) esimesel aastal ei õitse. Sügiseks moodustavad nad lehekodariku ja talvituvad. Järgmisel aastal arenevad nad edasi ning seemned valmivad ühel ajal taliteraviljadega. Peamiselt on need taliteraviljade umbrohud.



Joonis 34. Talvituvad ja taliumbrohud: 1 — põld-litterhein; 2 — harilik hiirekõrv; 3 — põldharakalatv; 4 — valge karikakar; 5 — vesihein; 6 — kesalill; 7 — verev iminõges; 8 — põld-kaderohi; 9 — väike hiiresaba; 10 — ahtalehine hiirehernes; 11 — kuldristik; 12 — pehme lutse; 13 — kassiristik; 14 — humallutsern; 15 — murunurmikas; 16 — tumeroheline mailane; 17 — harilik kurekael; 18 — kraavluga

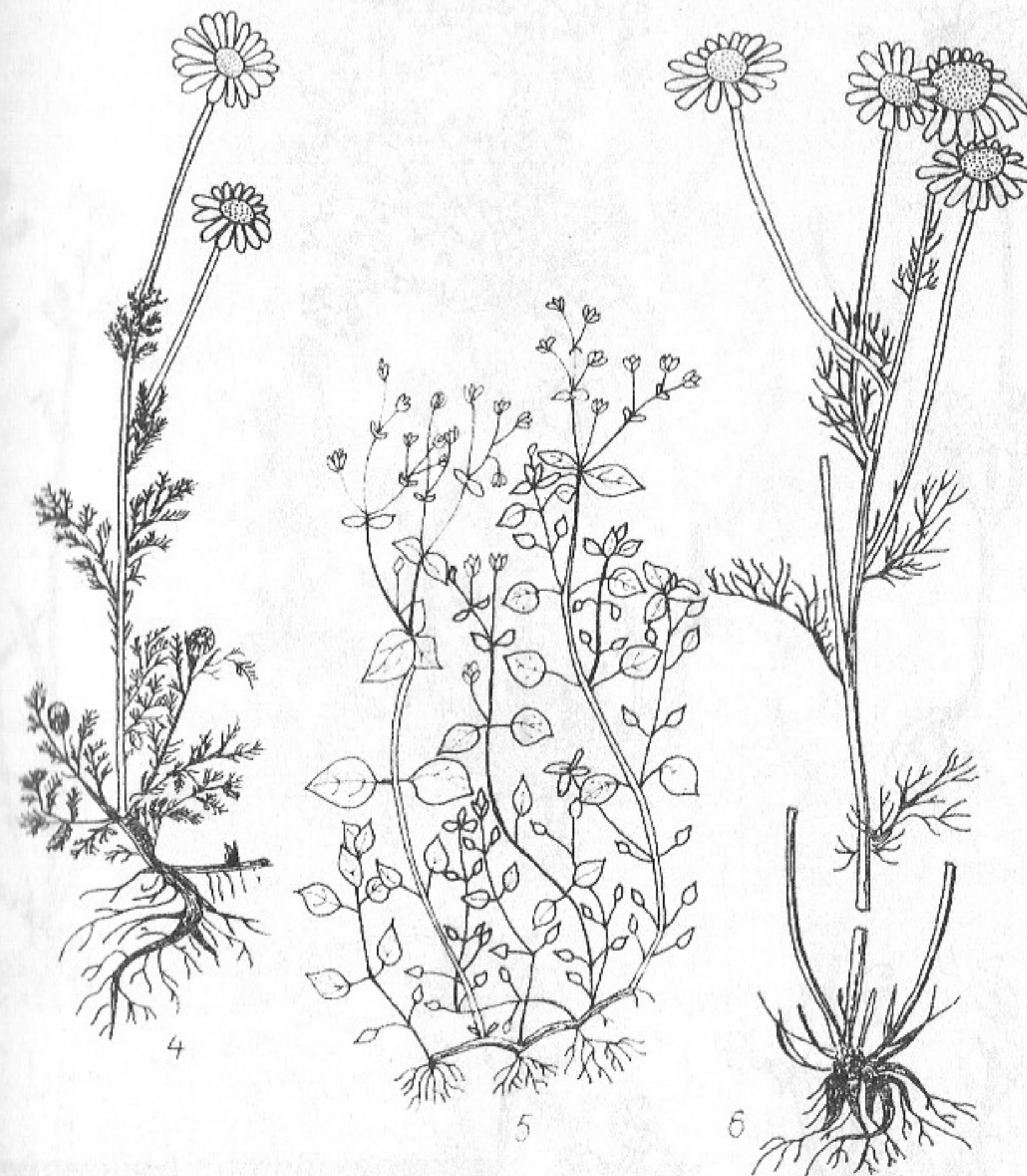
Sagedamini esinevad meie kliima- ja mullastikutingimustes järgmised liigid (joonis 34).

Magunalised *Papaveraceae*

Põldmagun; kukemagun; liivmagun.

Ristõielised *Cruciferae*

Põld-litterhein; põld-harakalatv; harilik hiirekõrv; karvane unilook; suur unilook; ida-suitsurohi; müür-liivsinep; harilik müürlook.



Nelgilised *Caryophyllaceae*

Vesihein; äiakas (nisulill); harilik liivkann; põld-kaderohi; valge pusurohi; punane sõlmhein; rand-sõlmhein; harkjas põisrohi; ööpõisrohi; kevad-kadakkaer.

Kõrvõielised *Compósitae*

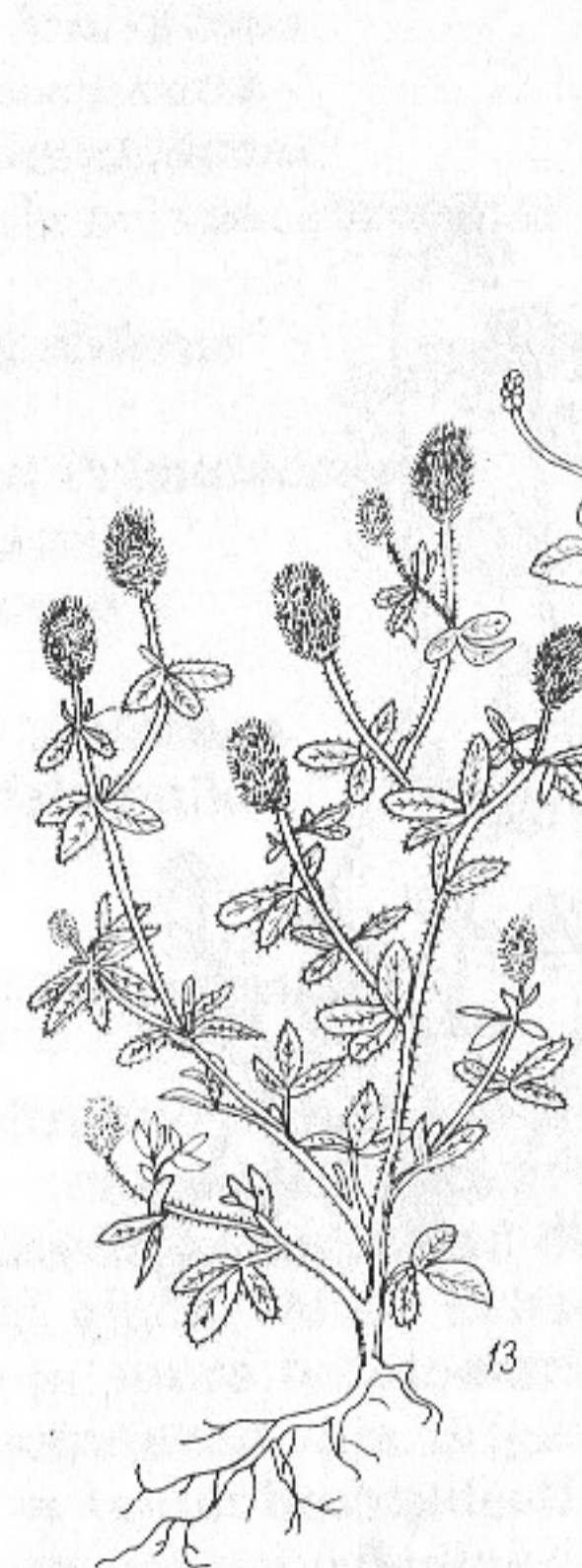
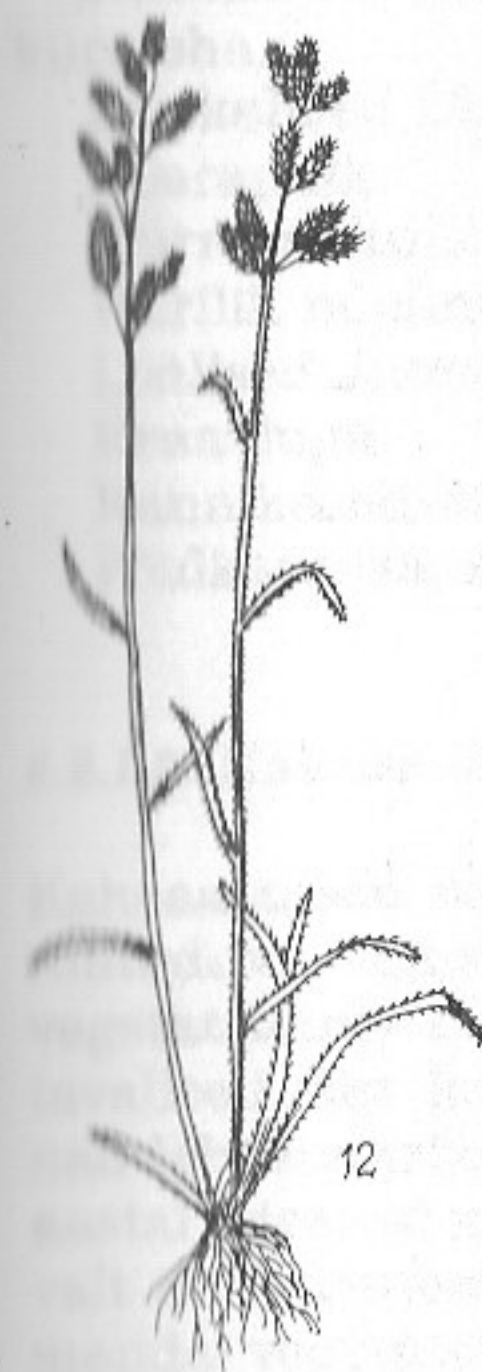
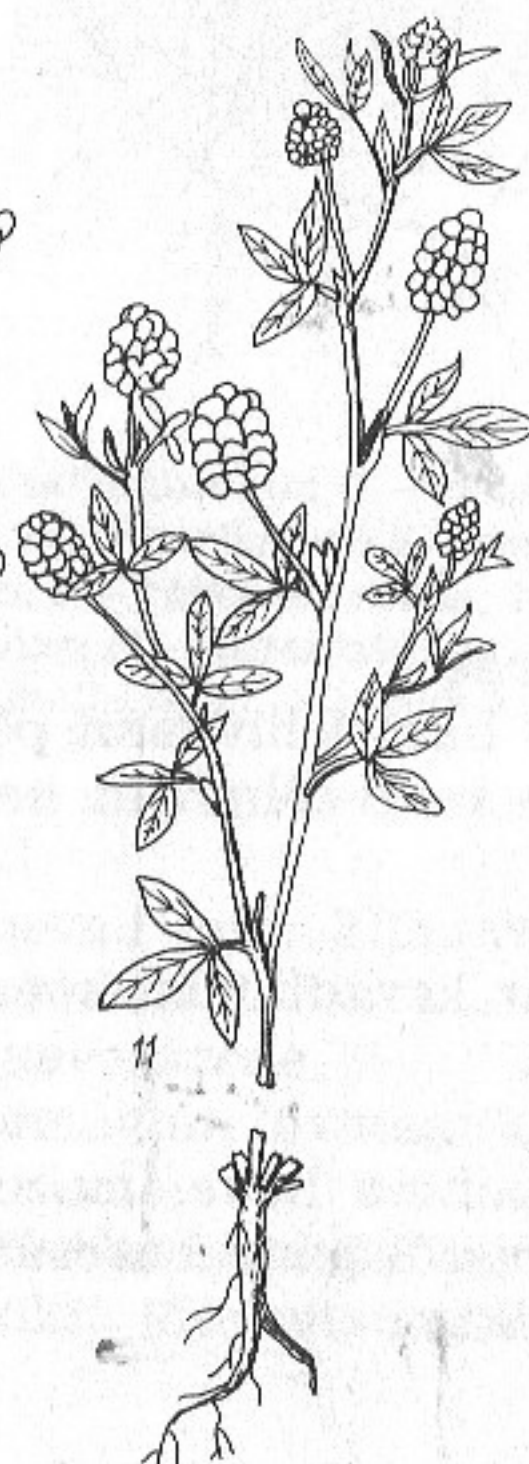
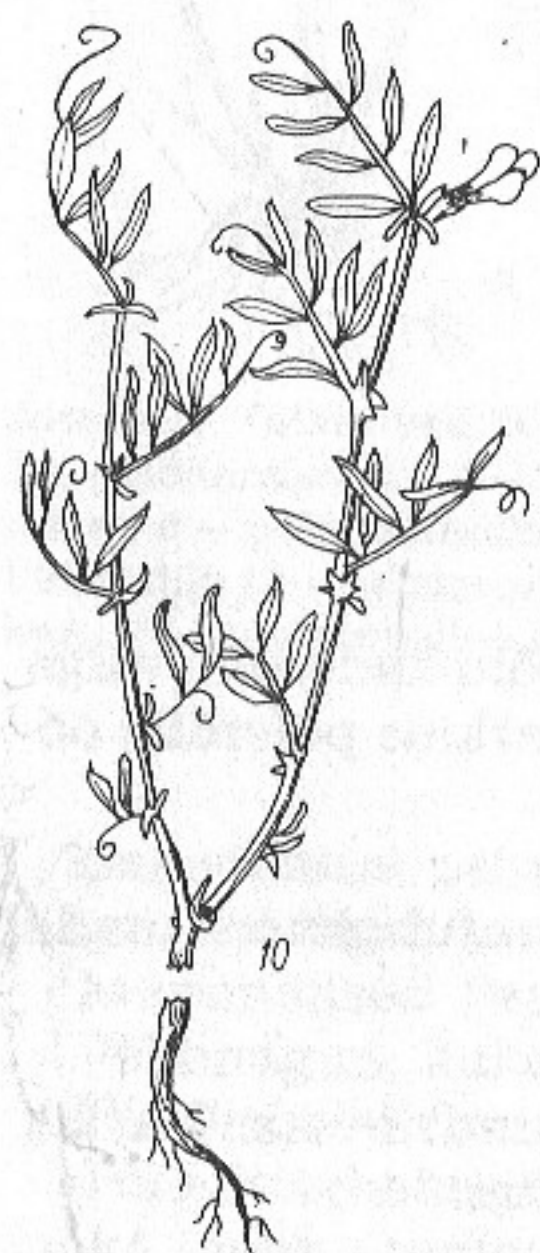
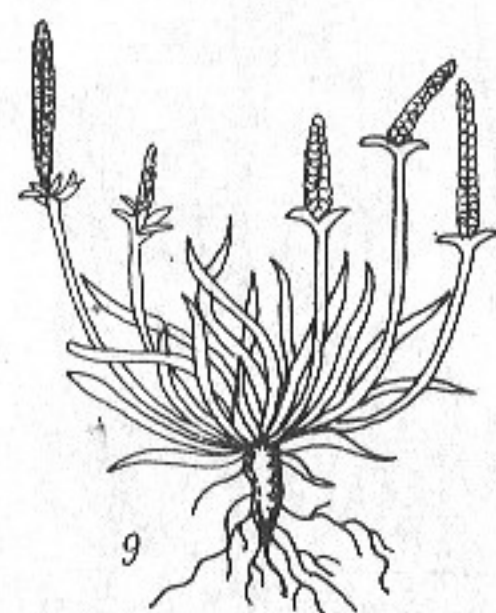
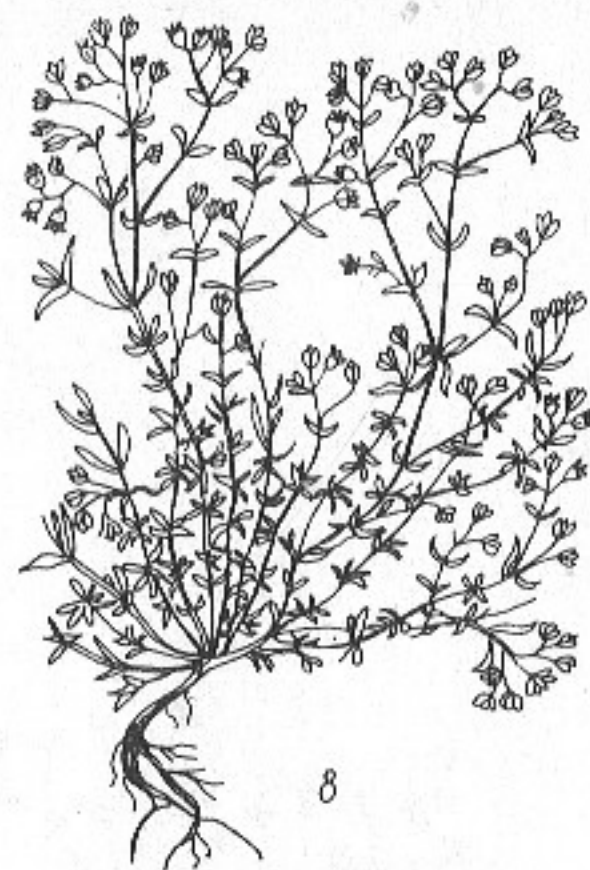
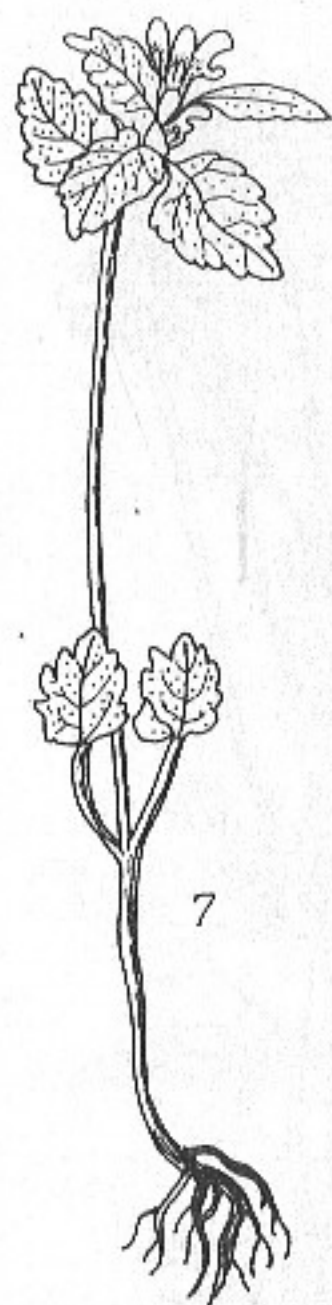
Rukkilill; valge karikakar; kevadlill; liiv-koeratubakas; kanada õnnhein; noollehine salat.

Kõrrelised *Gramíneae*

Rukkiluste; põldluse; pehme luse; murunurmikas; harilik rukkihein; ruuge rebashein; põlvjas rebasesaba.

Reiarohulised *Illecebráceae*

Sööt-reiarohi.



Mailaselised *Scrophulariaceae*

Kevadmailane; tumeroheline mailane; põldmailane; pärsia mailane.

Karelehelised *Boraginaceae*

Põld-lõosilm; liiv-lõosilm; põld-rusujuur; siil-takelrohi.

Huulõielised *Labiatae*

Hambune iminõges; hõlmlehine iminõges; verev iminõges; väike nõmmemünt.

Tulikalised *Ranunculaceae*

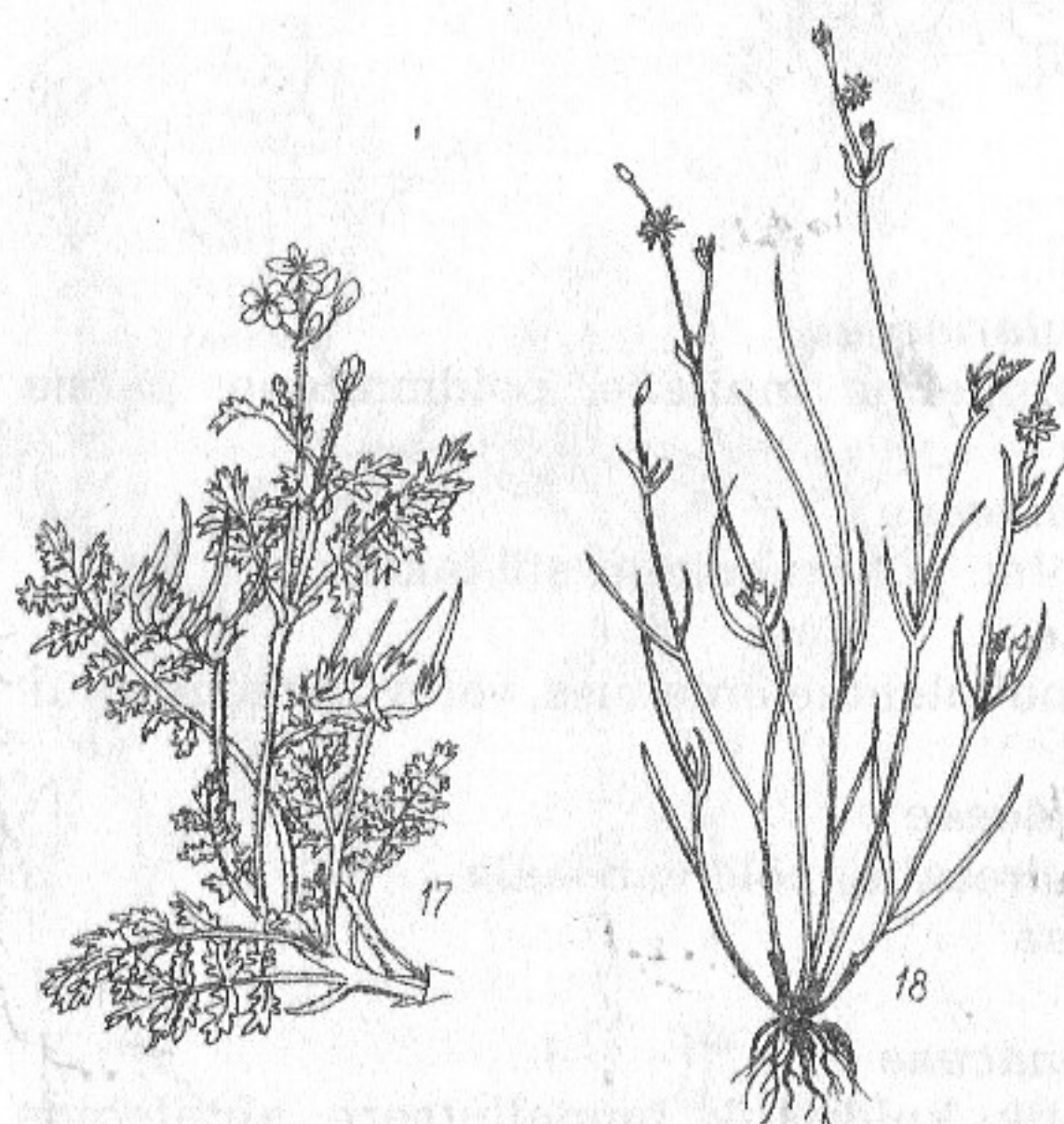
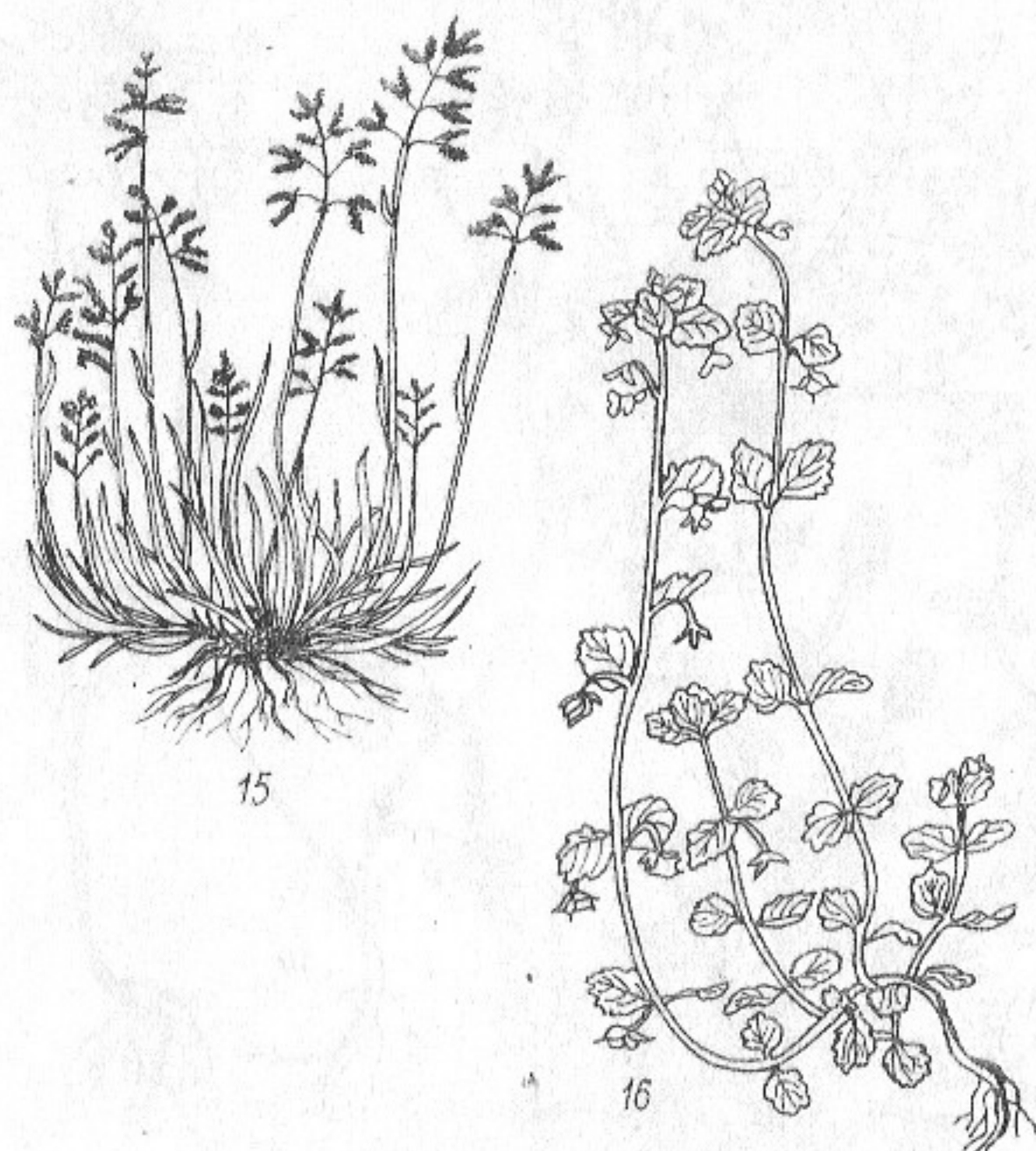
Mürktulikas; väike hiiresaba; põld-varesjalg.

Rosõielised *Rosaceae*

Põld-kortsleht.

Liblikõielised *Papilionaceae*

Kassiristik; pruunristik; kuldristik; humallutsern; ahtalehine hiirehernes; kärvane hiirehernes; neljaseemneline hiirehernes; põld-hiirehernes.



Kassinaerilised *Malvaceae*

Ümaralehine kassinaeris.

Kurerehalised *Geraniaceae*

Harilik kurekael; pehme kurereha; madal kurereha; haisev kurereha.

Sarikalised *Umbelliferae*

Koeraputk.

Nurmenukulised *Primulaceae*

Harilik nõmmkann.

Loalised *Juncaceae*

Kraavluga.

Kannikeselised *Violaceae*

Põldkannike; aaskannike.

4.2.1.2. Kaheaastased umbrohud

Kaheaastased umbrohud vajavad erinevalt üheaastastest umbrohtudest oma elutsükli läbimiseks tingimata kahte vegetatsioon- e. kasvuperioodi. Nad õitsevad ja kannavad vilja tavaliselt üks kord eluea vältel. Esimesel aastal moodustavad nad lehekodariku ja suure toitainerikka juurestiku, järgmisel aastal õitsevad ja kannavad vilja. Sügisel tärganud taimed (erinevalt talvituvatest ja taliumbrohtudest) kannavad vilja alles kolmandal vegetatsiooniperioodil (kolmandal aastal). Viljakandmise takistamisel võivad nad seemet anda alles mitme aasta pärast. Paljunevad peamiselt seemnetega. Sagedamini esinevad kaheaastaste umbrohtude liigid on järgmised (joonis 35).

Korvõielised *Compositae*

Väike takjas; suur takjas; villtakjas; tuliohakas; soo-ohakas; harilik piimjuur; kähar karuohakas; torkav karuohakas; terav kroonohakas; kaheaastane koertubakas.

Sarikalised *Umbelliferae*

Jaapani harjasputk; metsporgand; harilik moorputk; siberi karuputk; köömen; täpiline surmaputk.

Karelehelised *Boraginaceae*

Sill-takelrohi; harilik rass; harilik ussikeel.

Mailaselised *Scrophulariaceae*

Üheksavägin; must vägihein.

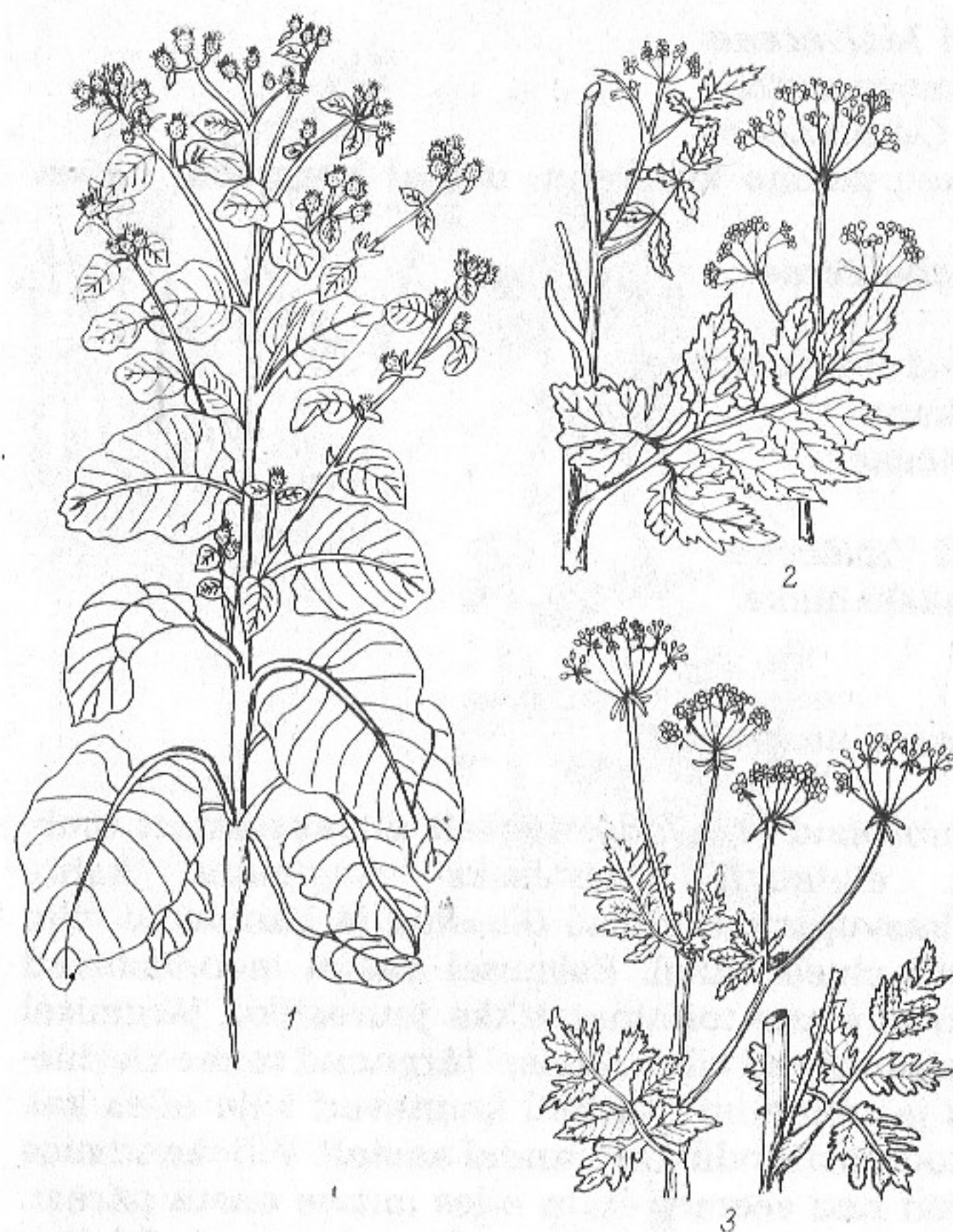
Ristõielised *Cruciferae*

Hall kogelearohi; harilik liyrohi; lehmakapsas.

Nelgilised *Caryophyllaceae*

Pihkane põisrohi.

Roosõielised *Rosaceae*



Joonis 35. Kaheaastased umbrohud: 1 – villtakjas; 2 – harilik moorputk; 3 – täpline surmaputk; 4 – kollane mesikas; 5 – aruporgand; 6 – köömen; 7 – tuliohakas; 8 – harilik piimjuur; 9 – ussikeel; 10 – hall kogelearohi

Norra maran.

Liblikõielised *Papilionaceae*

Kollane mesikas; valge mesikas.

6.2.2. Pikeaalised e. mitmeaastased umbrohud

Mitmeaastased umbrohud paljunevad nii seemnetega kui ka vegetatiivselt varre- või juureosade kaudu. Pikeaalised umbrohud kannavad oma elu jooksul korduvalt vilja. Pärast viljakandmist maapealsed osad tavaliselt surevad. Talvituvate vegetatiivsete



Joon. 35

osade pungades arenevad järgmisel aastal uued viljuvad taimeosad. Olenevalt maa-aluste organite ehitusest ja vegetatiivsest paljunemisest jaotatakse need umbrohud kahte suurde rühma.

1. Paiksed e. vegetatiivselt vähe levivad umbrohud.
2. Rändlikud e. vegetatiivselt hästi levivad umbrohud.

6.2.2.1. Paiksed umbrohud

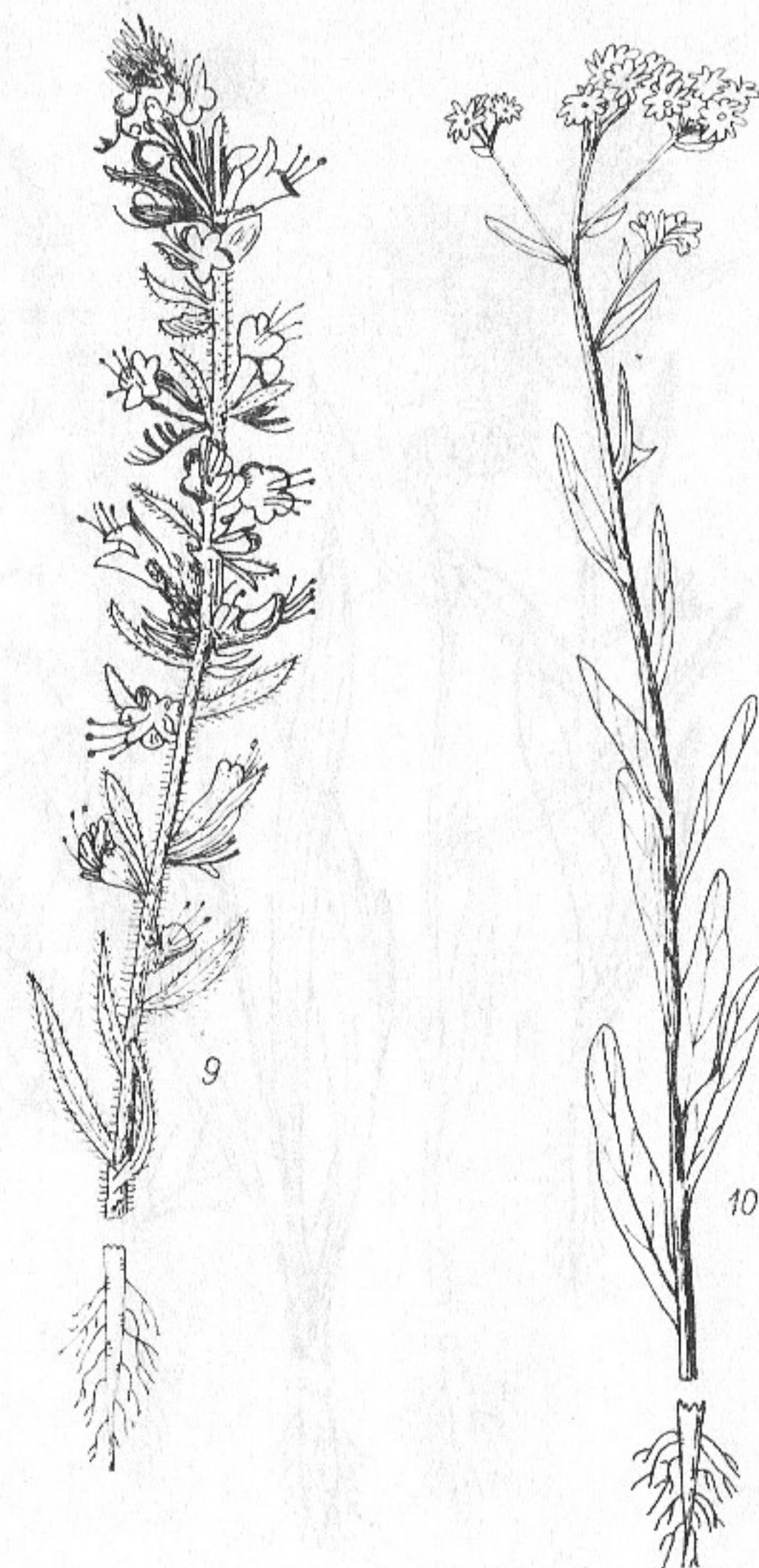
Paiksed umbrohud on oma elu jooksul seotud kindla kasvukohaga, kuhu nad on kord juurdunud, ega oma vegetatiivse paljunemise organeid. Vegetatiivselt levivad vähe. Paiksed umbrohud jaotatakse järgmistesse agrobioloogilistesse allrühmadesse:

- 1) sammajuurelised; 2) narmajuurelised; 3) puhmikulised;
- 4) mugul-sibulumbrohud.



Joon. 35

1. **Sammasjuurelised umbrohud.** Pikeaalised sammasjuurelised umbrohud erinevad lühiealistest sammasjuurelistest selle poolest, et pärast viljumist juur ei sure, vaid moodustab järgmisel kasvuperioodil uusi maapealseid osi ja viljakandmine kordub. Need umbrohud paljunevad peamiselt seemnetega. Vegetatiivselt paljunevad siis, kui sammasjuurt mullaharimisel tükeldatakse ja elujõulisi kasvupungi omavad juuretükid satuvad soodsa-
tesse kasvutingimustesse. Uuenevad igal aastal sel teel, et vegetatsiooniperioodil kogunevad uued toitained sammasjuuresse ning sügisel moodustuvad uued talvituvad pungad.



Joon. 35

Sagedamini esinevad meil järgmised sammasjuurelised umbrohud (joonis 36).

Liblikõielised *Papilionaceae*

Mägiristik; aasristik; haisev jooksjarohi; roomav jooksjarohi.

Sarikalised *Umbelliferae*

Mets-harakputk; harilik näär.

Uniohakalised *Dipsacaceae*

Harilik äiatar.

Karelehelised *Boraginaceae*

Harilik imikas; kare varemerohi; harilik varemerohi.



Joonis 36. Sammasjuurelised umbrohud: 1 — harilik imikas; 2 — süstlehine teeleht; 3 — keskmine teeleht; 4 — harilik kellukas; 5 — põldpuju; 6 — arujumikas; 7 — põldjumikas; 8 — valge pusurohi; 9 — harilik põisrohi; 10 — harilik tõlkjas; 11 — kaarkollakas; 12 — mets-haruputk; 13 — kärnoblikas



Teelehelised *Plantaginaceae*

Keskmine teeleht; süstlehine teeleht.

Ristõielised *Cruciferae*

Harilik tõlkjas; läänekollakas; kaarkollakas; püstikollakas.

Kellukalised *Campanulaceae*

Kerakellukas; harilik kellukas.

Korvõielised *Compositae*

Harilik võilill; põldpuju; arujumikas; põldjumikas; koirohi; harilik sigur.

Nelgilised *Caryophyllaceae*



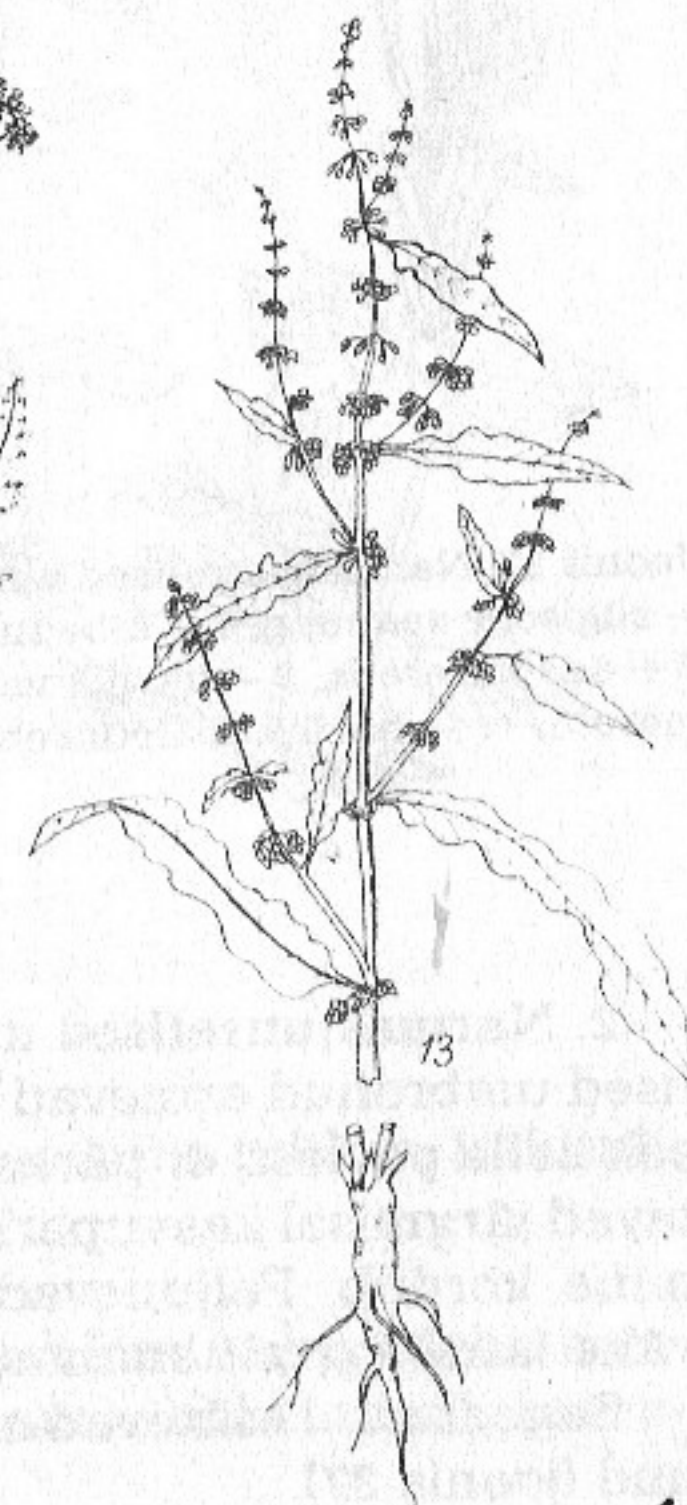
Hall kaderohi; lamav kesakann; sõlmine kesakann; harilik põisrohi; valge pusurohi.

Maltsalised *Chenopodiaceae*

Tervelehine hanemalts.

Tatralised *Polygonaceae*

Hapuoblikas; kárnoblikas; koduoblikas; tõmbilehine oblikas.

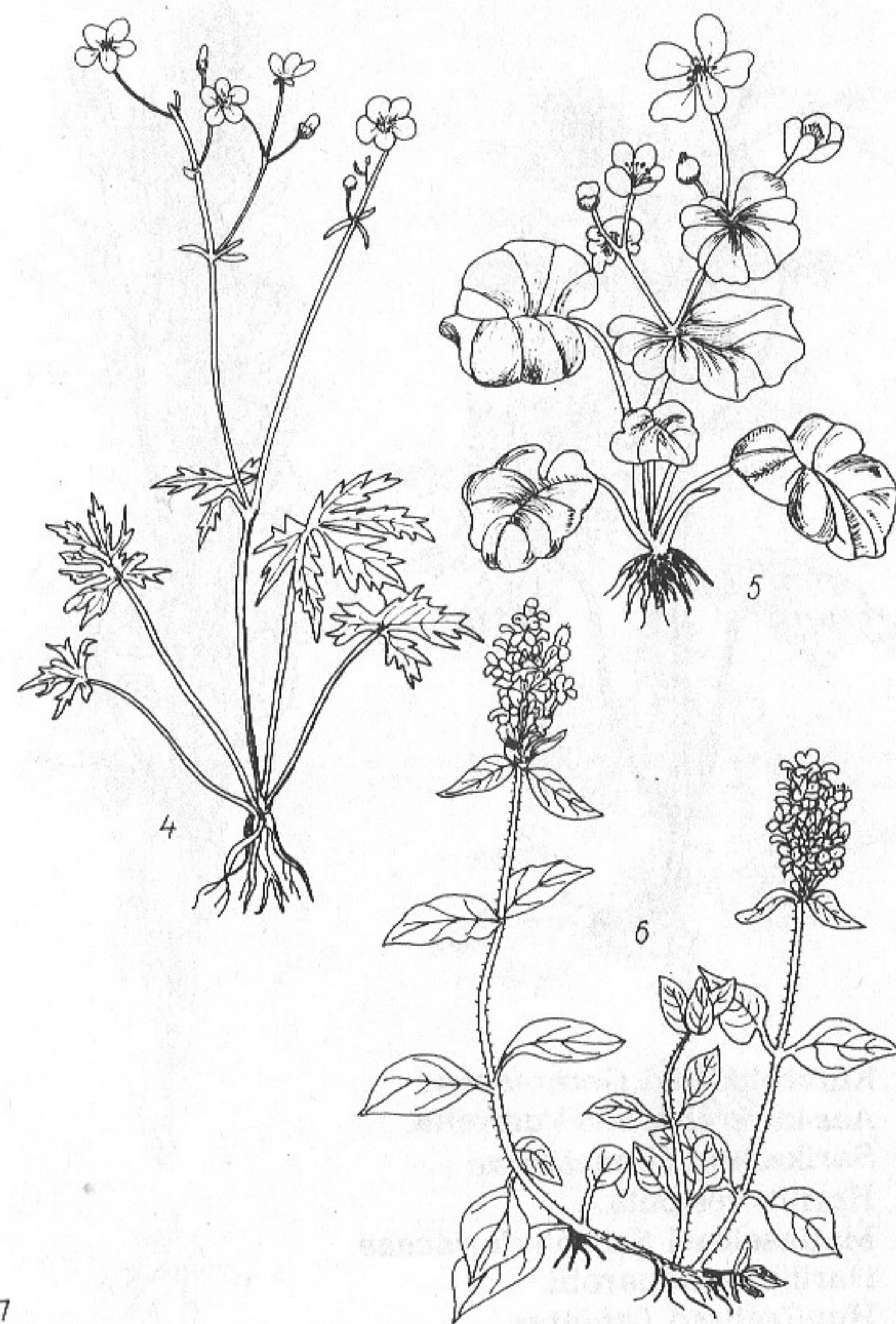




Joonis 37. Narmasjuurelised umbrohud: 1 – suur teeleht; 2 – harilik härjasilm; 3 – sügisene seanupp; 4 – kibe tulikas; 5 – harilik varsakabi; 6 – harilik käbihein; 7 – aas-kurereha; 8 – harilik vereurmarohi; 9 – mets-kassiurb; 10 – veiste südamerohi; 11 – harilik sealõuarohi; 12 – hõbemark; 13 – harilik soolikarohi

2. **Narmasjuurelised umbrohud.** Ka pikaealised narmasjuurelised umbrohud erinevad lühiealistest narmasjuurelistest peamiselt selle poolest, et pärast viljumist juured ei sure, vaid moodustavad järgmisel kasvuperioodil uusi maapealseid osi ja viljakandmine kordub. Paljunevad peamiselt seemnetega, vegetatiivselt vähe (analoogselt sammasjuureliste umbrohtudega).

Sagedamini esinevad meil järgmised narmasjuurelised umbrohud (joonis 37).



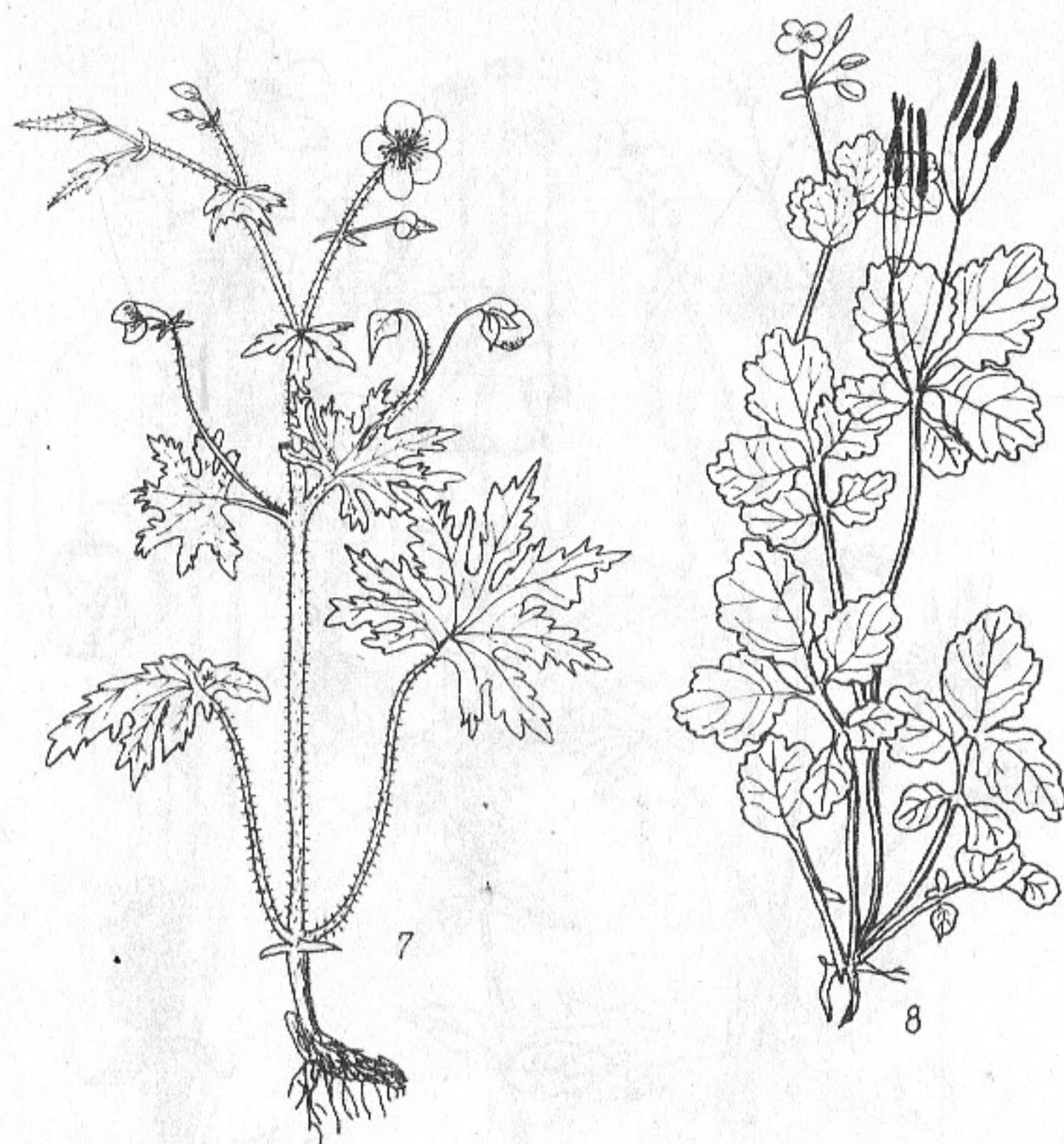
Joon. 37

Tulikalised *Ranunculaceae*

Harilik varsakabi; mitmeõieline tulikas; kibe tulikas; kuldtulikas.

Roosõielised *Rosaceae*

Küüt-kortsleht; karjus-kortsleht; teravahõlmne kortsleht; harilik maarjalepp; vahelmine (keskmine) maran; hõbemark; karvane maran.



Joon. 37

Kurerehalised *Geraniaceae*

Aas-kurereha; soo-kurereha.

Sarikalised *Umbelliferae*

Harilik vesiputk.

Mailaselised *Scrophulariaceae*

Harilik sealõuarohe.

Huulõielised *Labiatae*

Harilik käbihein; veiste-südamerohi.

Teelehelised *Plantaginaceae*

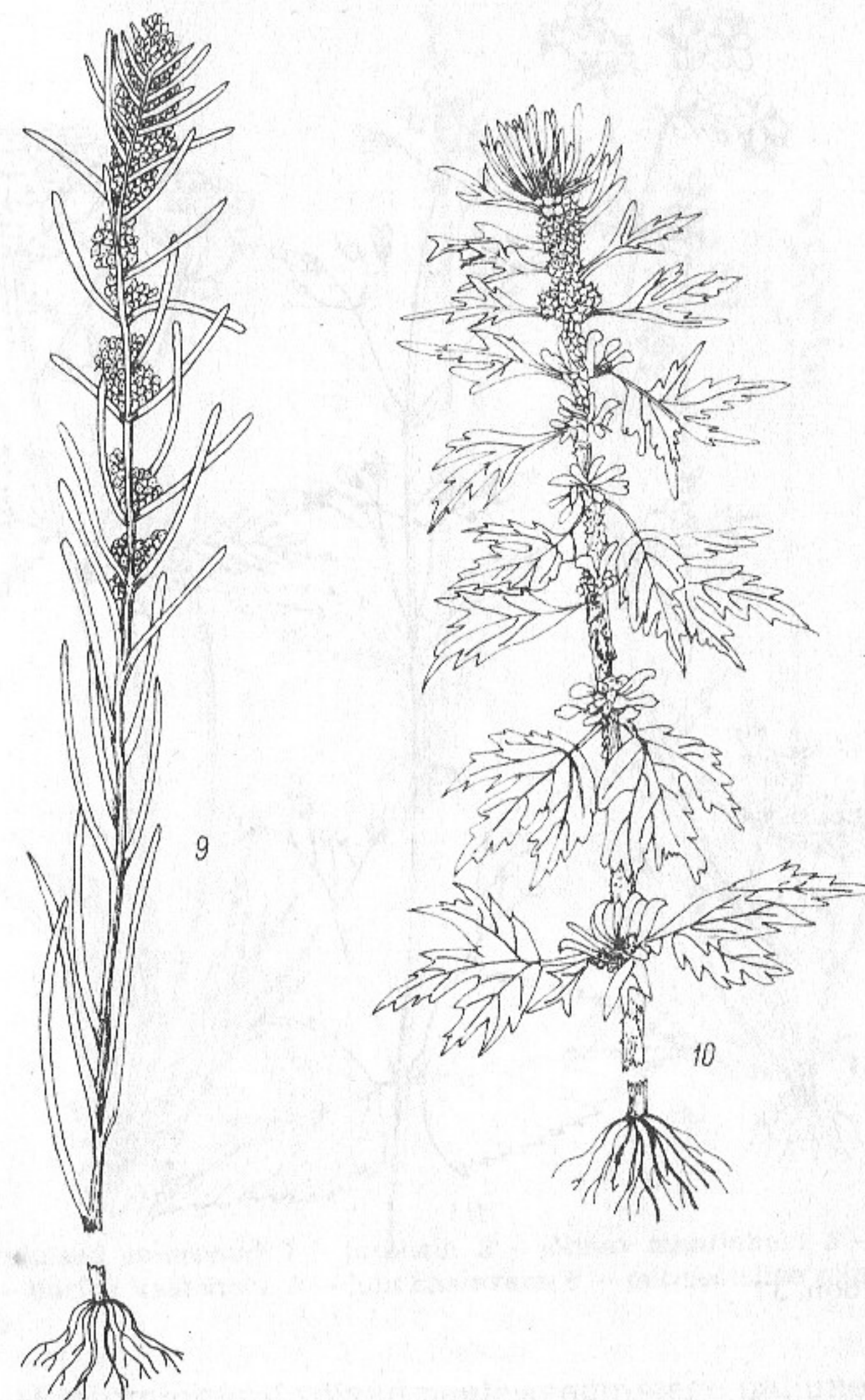
Suur teeleht.

Magunalised *Papaveraceae*

Harilik vereurmarohi.

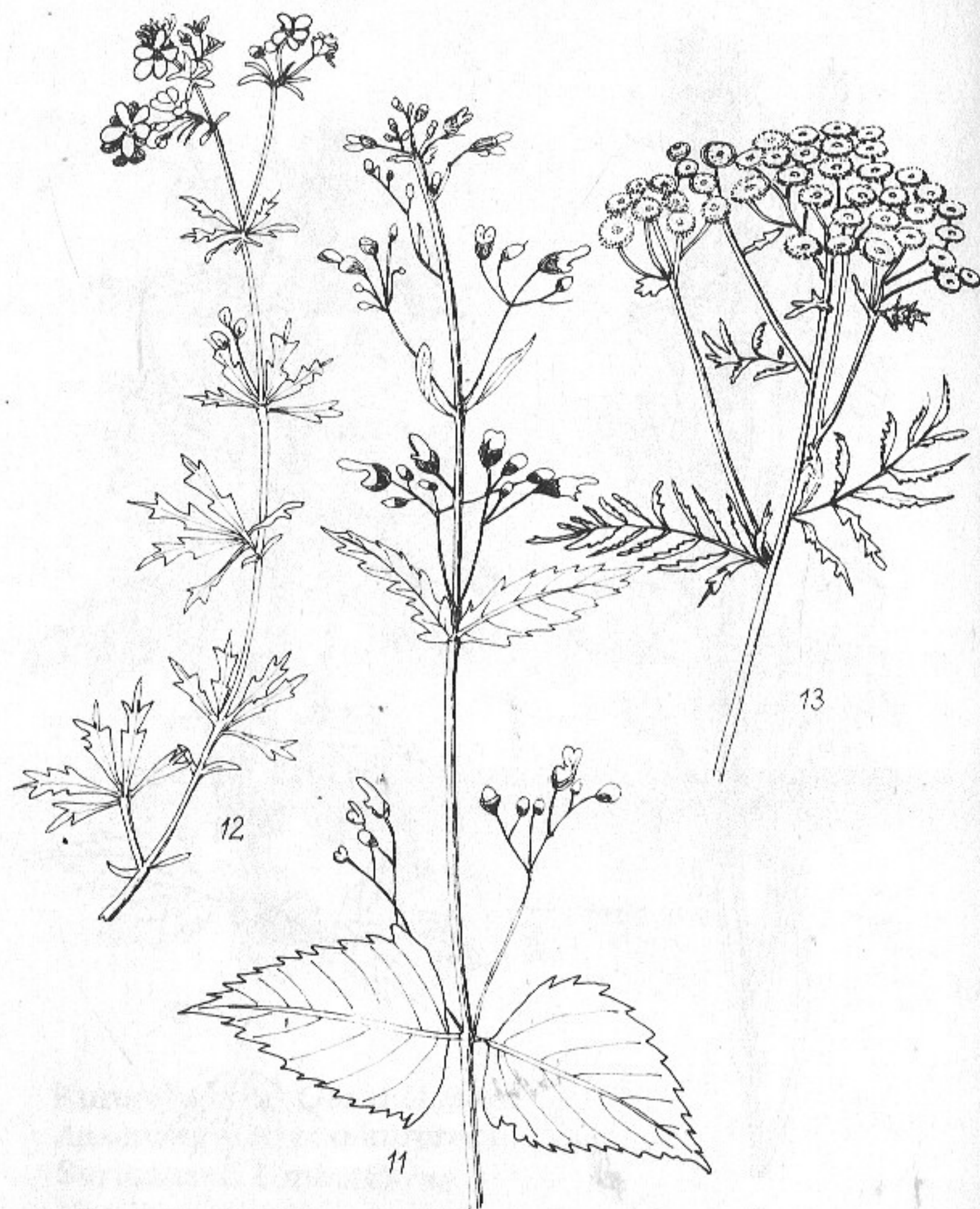
Korvõielised *Compositae*

Kollane karikakar; harilik härjasilm; harilik kuldvits; voolmeristirohi; jaani-õnnehein; sügisene seanupp; harilik soolikarohi; sarikjas hunditubakas; mets-kassiurb; harilik kirikakar (maarjalill).



Joon. 37

3. Puhmikulistel umbrohtudel puudub peajuur. Vörsumissõlmet moodustuvad uued võrsed. Vanad surevad, uued aga paljunevad edasi ja moodustavad seejuures rohkesti narmasjuuri (vegetatiivne paljunemine). Peamiselt paljunevad seemnetega. Puhmik on seotud kindla asukohaga, ei saa kasvada väga suureks, sest uutel võrsetel jäävad vörsumissõlmed järjest nõrgemaks ega ole võimelised moodustama uusi taimi. Puhmikuliste



Joon. 37

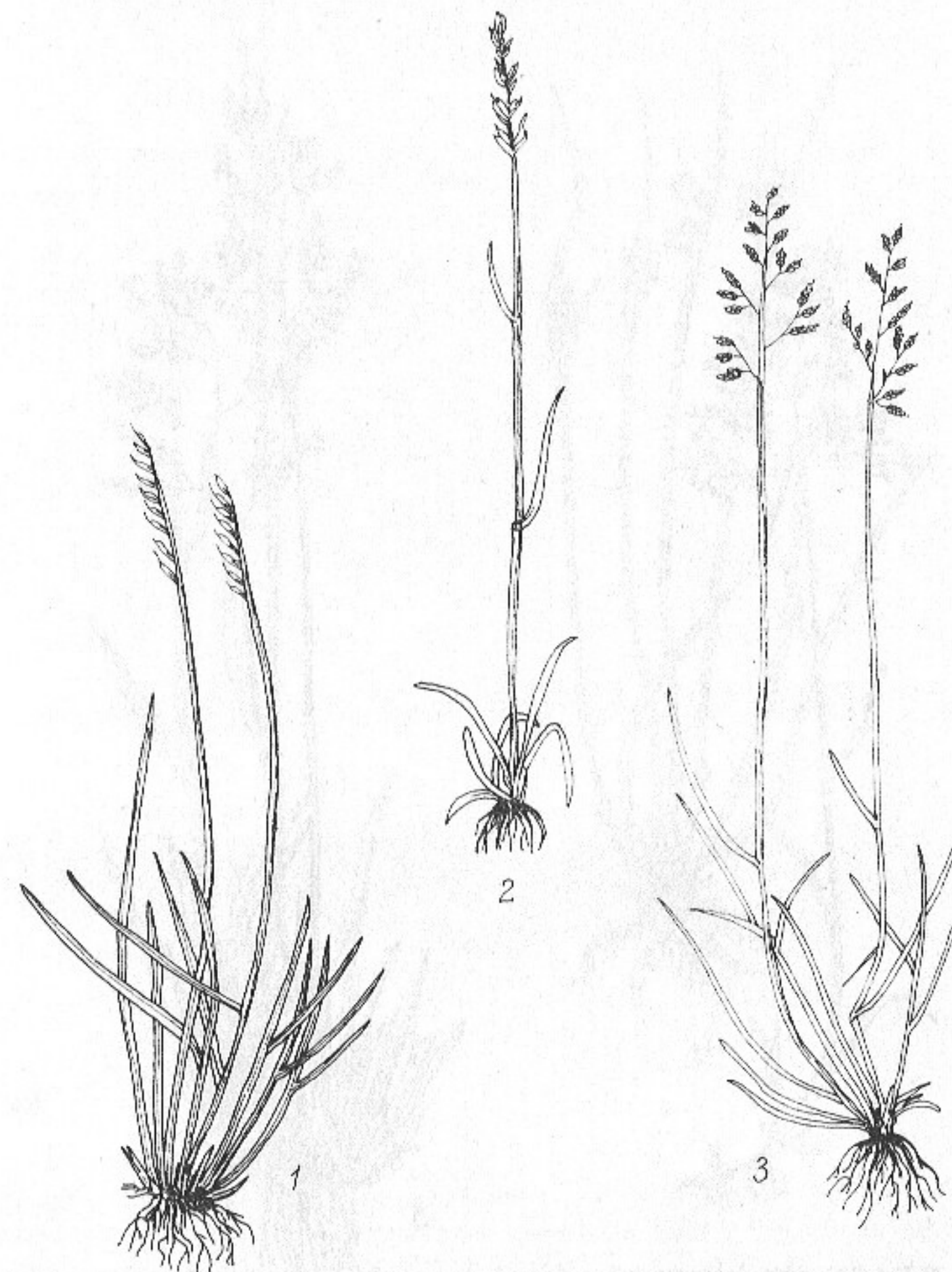
umbrohtude hulka kuuluvad valdavalt kõrrelised heintaimed, mis esinevad peamiselt looduslikel ja kultuurrohumaadel. Liigiliselt on neid umbrohte vähe. Sagedamini esinevad järgmised (joonis 38).

Körrelised *Gramíneae*

Luht-kastevars; jusshein; lamba-aruhein; mitmeõieline piiphein; kahkjas piiphein; lõhnav maarjahein; harilik kastehein; suur kastehein.

Loalised *Juncáceae*

Keraluga.



Joonis 38. Puhmikuluised umbrohud: 1 — jusshein; 2 — lõhnav maarjahein; 3 — lamba-aruhein; 4 — harilik kastehein; 5 — luht-kastevars; 6 — mitmeõieline piiphein; 7 — keraluga

4. Mugul- ja sibulumbrohud võivad peale seemnetega paljunemise paljuneda ka vegetatiivselt uute mugulate või sibulate moodustumise teel. Liigiliselt on mugul-sibulumbrohte vähe, mistõttu nende mõju kultuurtaimede peale on väike.

Sagedamini esinevad järgmised umbrohud.

Paksulehelised *Grassuláceae*

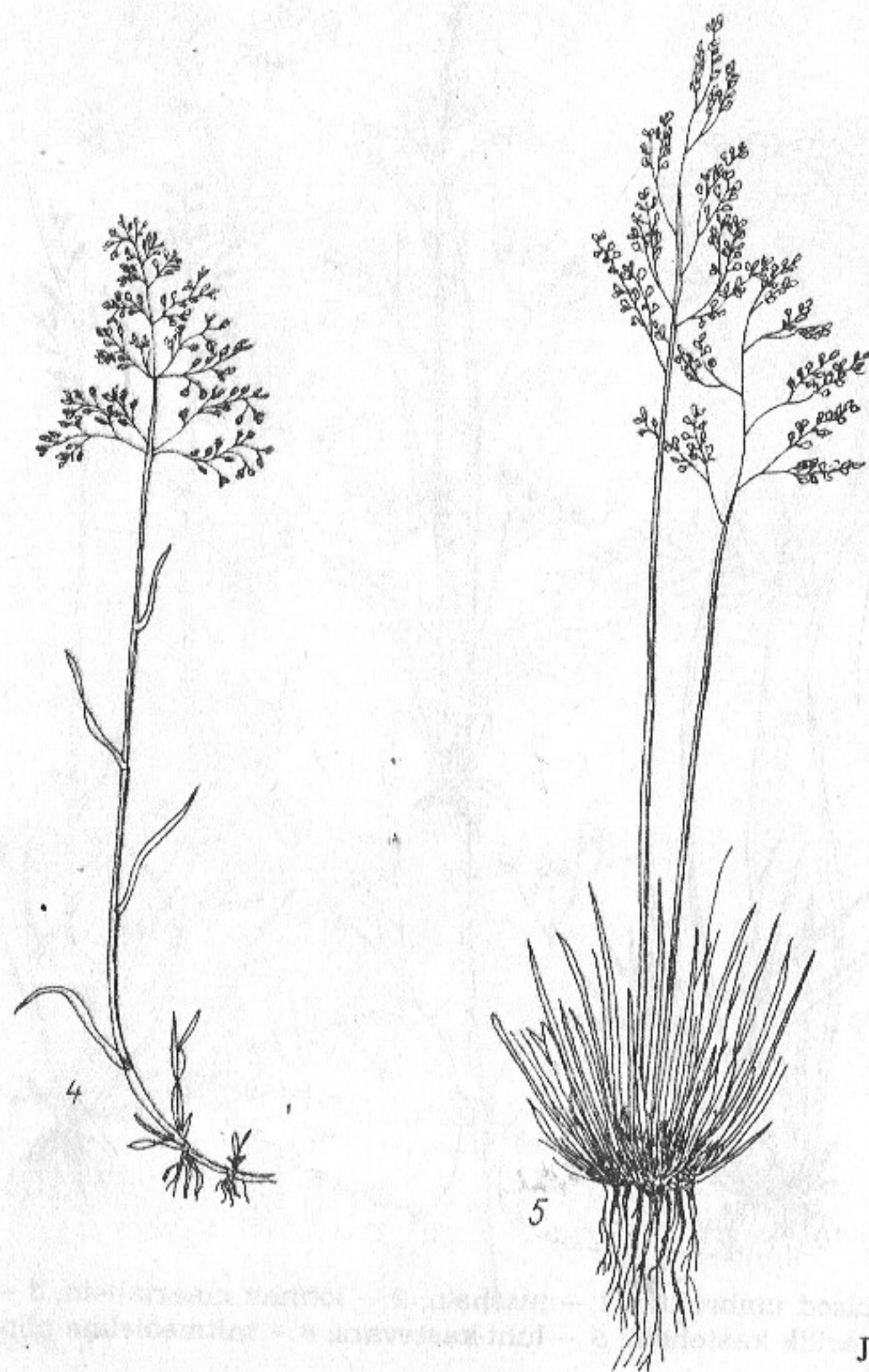
Suur kukehari; verev kukehari.

Roosõielised *Rosáceae*

Angerpist.

Tulikalised *Ranunculáceae*

Kanakoole.



Joon. 38

6.2.2.2. Rändlikud e. vegetatiivselt hästi levivad umbrohud

Rändlikel umbrohtudel on vegetatiivse paljunemise organid, mille morfoloogiliste iseärasuste ja nendest tulenevate levikuviiside järgi jaotatakse rändlikud umbrohud järgmistesse rühmadesse.

1. Vösundilised (maapealsete vösunditega levivad) umbrohud.
2. Risoomidega (mullas paiknevate vösunditega levivad) umbrohud.
3. Roomjuurelised umbrohud.



Joon. 38

1. Vösundilised umbrohud. Maapealsed vösundid moodustuvad vastu maad lamavatest vartest, mille sõlmekohad juurduvad, kasvavad ka uued lehed ning tekib uus taim. Rohke harunemise ja kaugemale kasvavate juurduvate vösunditega. Enamasti varavalmivate seemnete tõttu levivad nad kiiresti. Esinevad peamiselt rohumaadel, eriti niisketel huumusrikastel aladel, kuid ka vähem kaldavatel teeradadel ning tee- ja kraavipervedel.

Sagedamini esinevad meil järgmised liigid (joonis 39).

Tulikalised *Ranunculaceae*

Roomav tulikas.

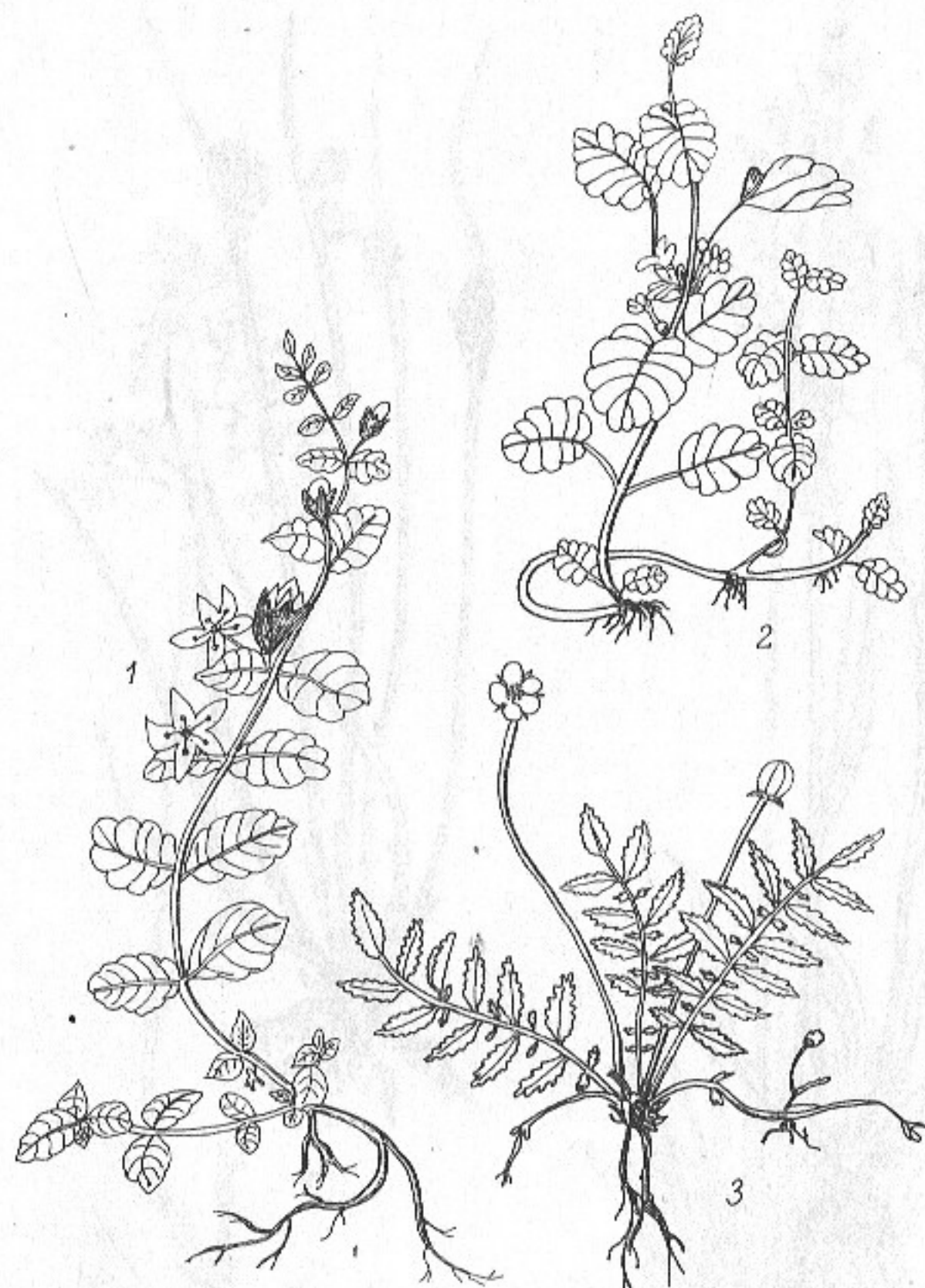
Roosõielised *Rosaceae*

Hanijalg; roomav maran; põldmurakas.

Mailaselised *Scrophulariaceae*

Lüivateelehine mailane; niitjas mailane.

Huulõielised *Labiatae*



Joonis 39. Vösendilised umbrohud: 1 — roomav metsvits; 2 — harilik maajalg; 3 — hanijalg; 4 — roomav tulikas; 5 — karvane hunditubakas; 6 — harilik nurmikas; 7 — roomav kastehein; 8 — niitjas mailane

Harilik maajalg (kassiratas).

Korvöielised *Compósitae*

Karvane hunditubakas; ungari hunditubakas.

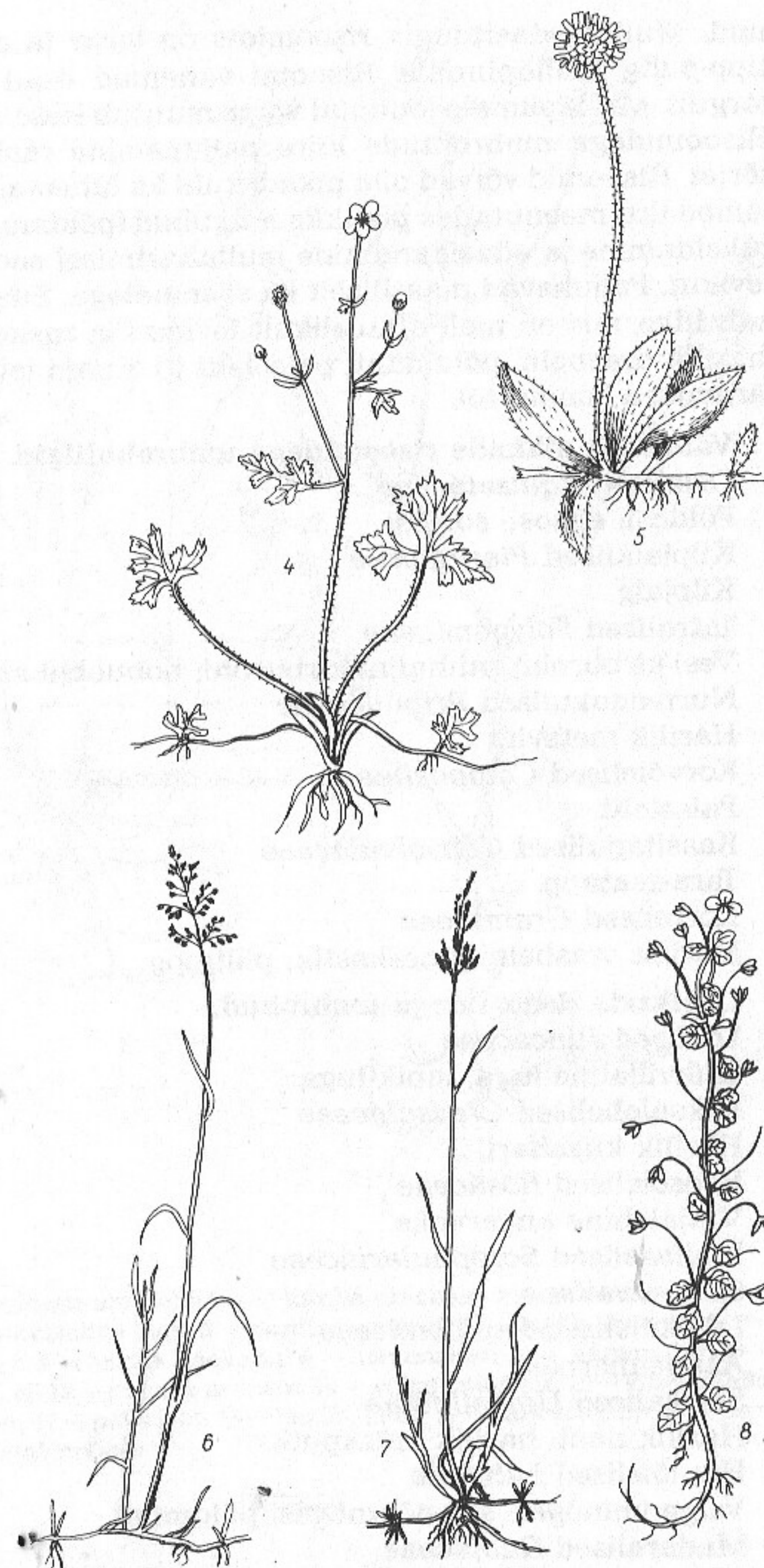
Nurmenukulised *Primuláceae*

Roomav metsvits.

Körrelised *Gramináceae*

Harilik nurmikas; roomav kastehein.

2. Risoomidega umbrohud. Mullas levivad roomavad varreosad e. risoomid asetsevad enam-vähem mullapinnaga rööbiti. Lülilised risoomid kannavad sõlmedel soomusjaid lehemoodustisi ja nende hõlmas pungi, mis võivad olla kas puhkeolekus või arenevad neist lisajuured, püstised võrsed ja uued rõhtsad risoomid.



mid. Mullas edasitungiv risoomiots on terav ja enamasti tuleb tipp-pung mullapinnale. Risoomi vanemad osad surevad järk-järgult. Mullapinnale jõudnud võrse muutub iseseisvaks taimeks. Risoomidega umbrohtude kiire paljunemine raskendab nende tõrjet. Risoomid võivad olla pikad, kuid ka lühemad või paisunud jämedaks, meenutades piklikke mugulaid (põldmünt). Risoomide tükeldamine ja edasikandmine mullaharimisel soodustab nende levikut. Paljunevad massiliselt ka seemnetega. Siia kuulub arvukalt liike, mis on meil ulatuslikult levinud ja raskesti tõrjutavad (harilik orashein, põldmünt, paiseleht jt). Enam levinud liigid on järgmised (joonis 40).

Valdavalt pikkade risoomidega umbrohuliigid.

Osjalised *Equisetaceae*

Põldosi; aasosi; soo-osi.

Kilpjalalised *Pteridaceae*

Kilpjalg.

Tatralised *Polygonaceae*

Vesi-kirburohi; sahhalini kirburohi; hobuoblikas.

Nurmenukulised *Primulaceae*

Harilik metsvits.

Korvõielised *Compositae*

Paiseleht.

Kassitapulised *Convolvulaceae*

Tara-seatapp.

Kõrrelised *Gramineae*

Harilik orashein; jäneskastik; pilliroog.

Lühikeste risoomidega umbrohud.

Loalised *Juncaceae*

Läikviljaline luga; lapik luga.

Paksulehelised *Crassulaceae*

Harilik kukehari.

Roosõielised *Rosaceae*

Viltjalehine angervaks.

Mailaselised *Scrophulariaceae*

Külmamailane.

Liblikõielised *Papilionaceae*

Aas-seahernes.

Sarikalised *Umbelliferae*

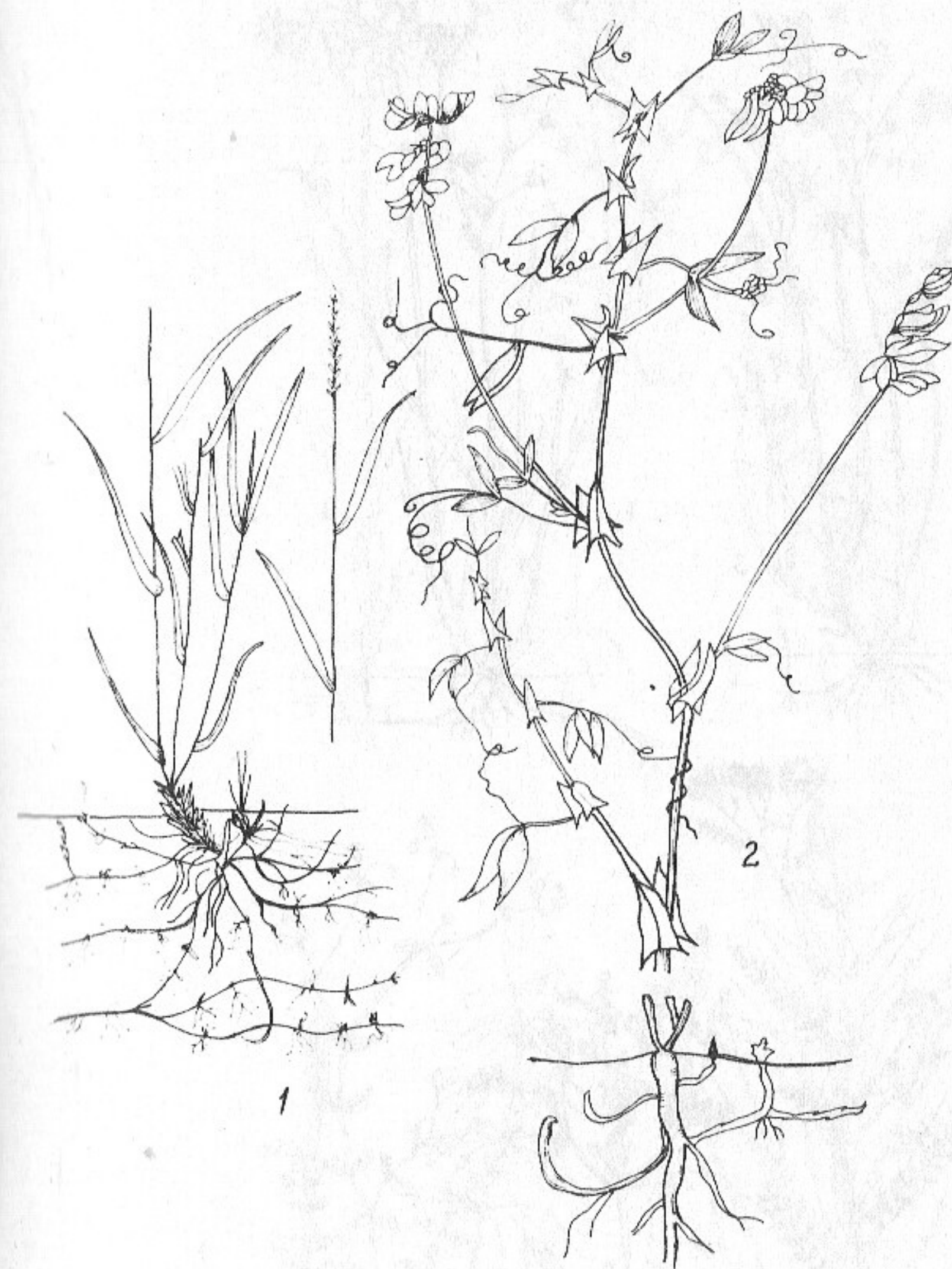
Harilik naat; harilik mürkputk.

Huulõielised *Labiatae*

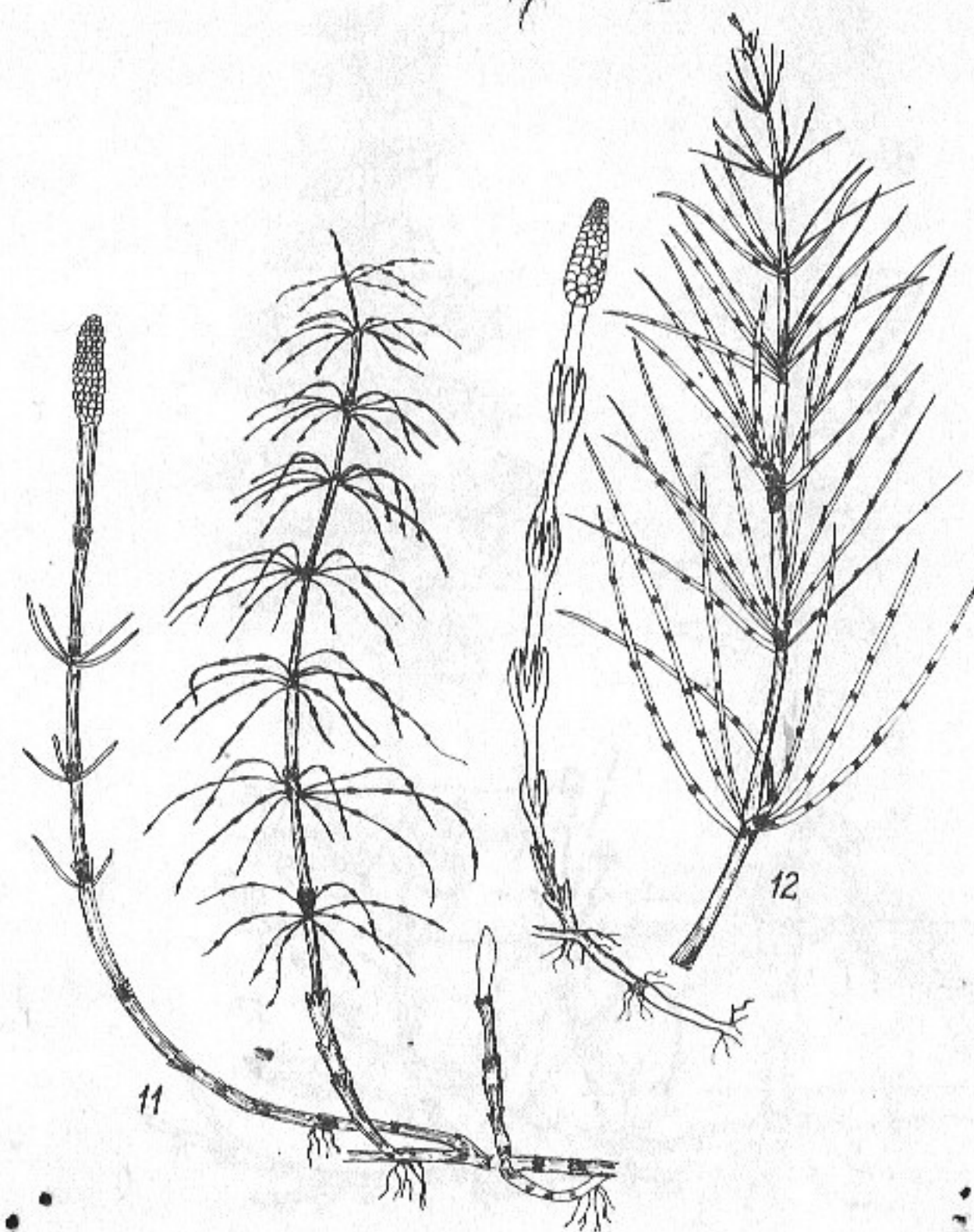
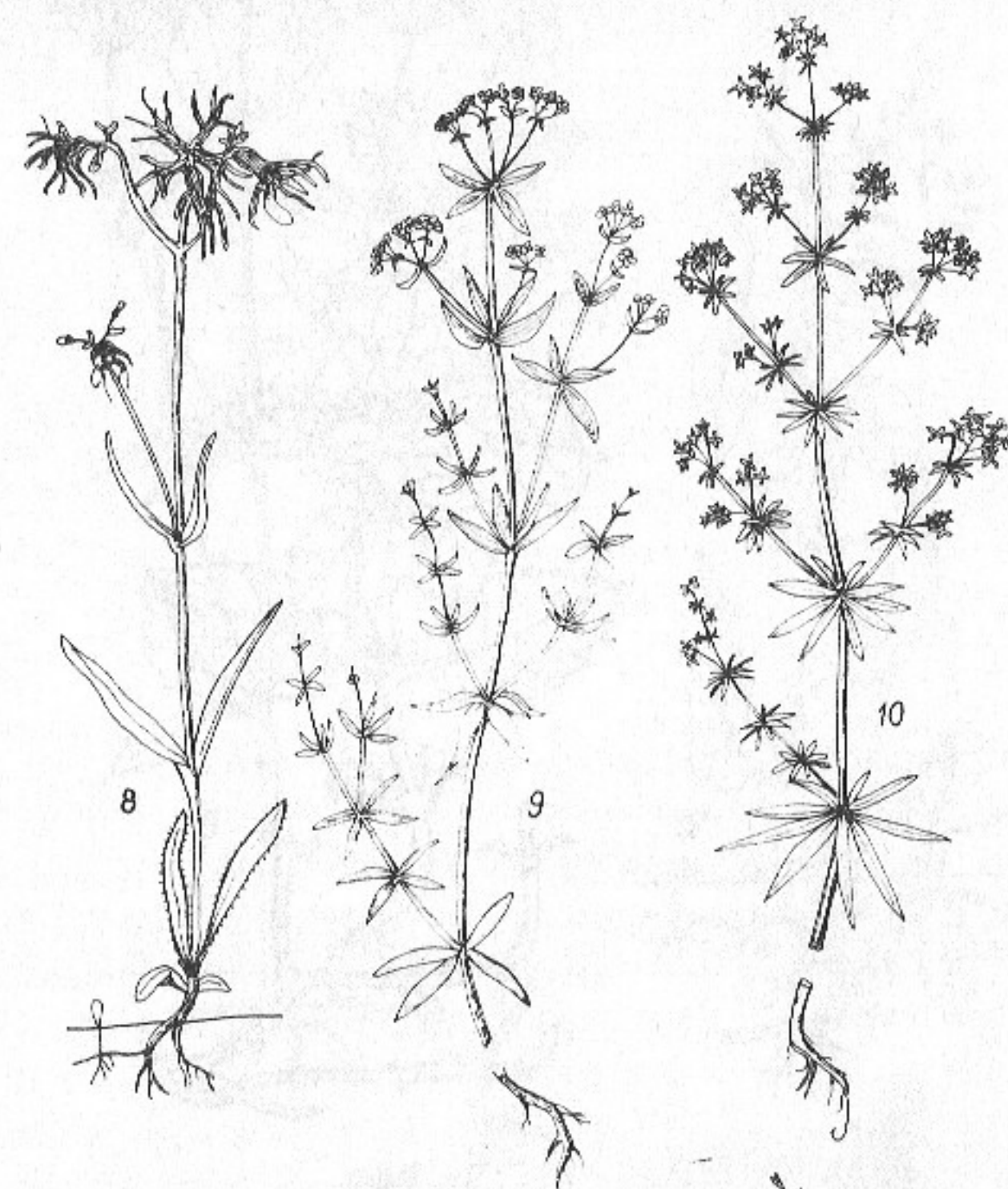
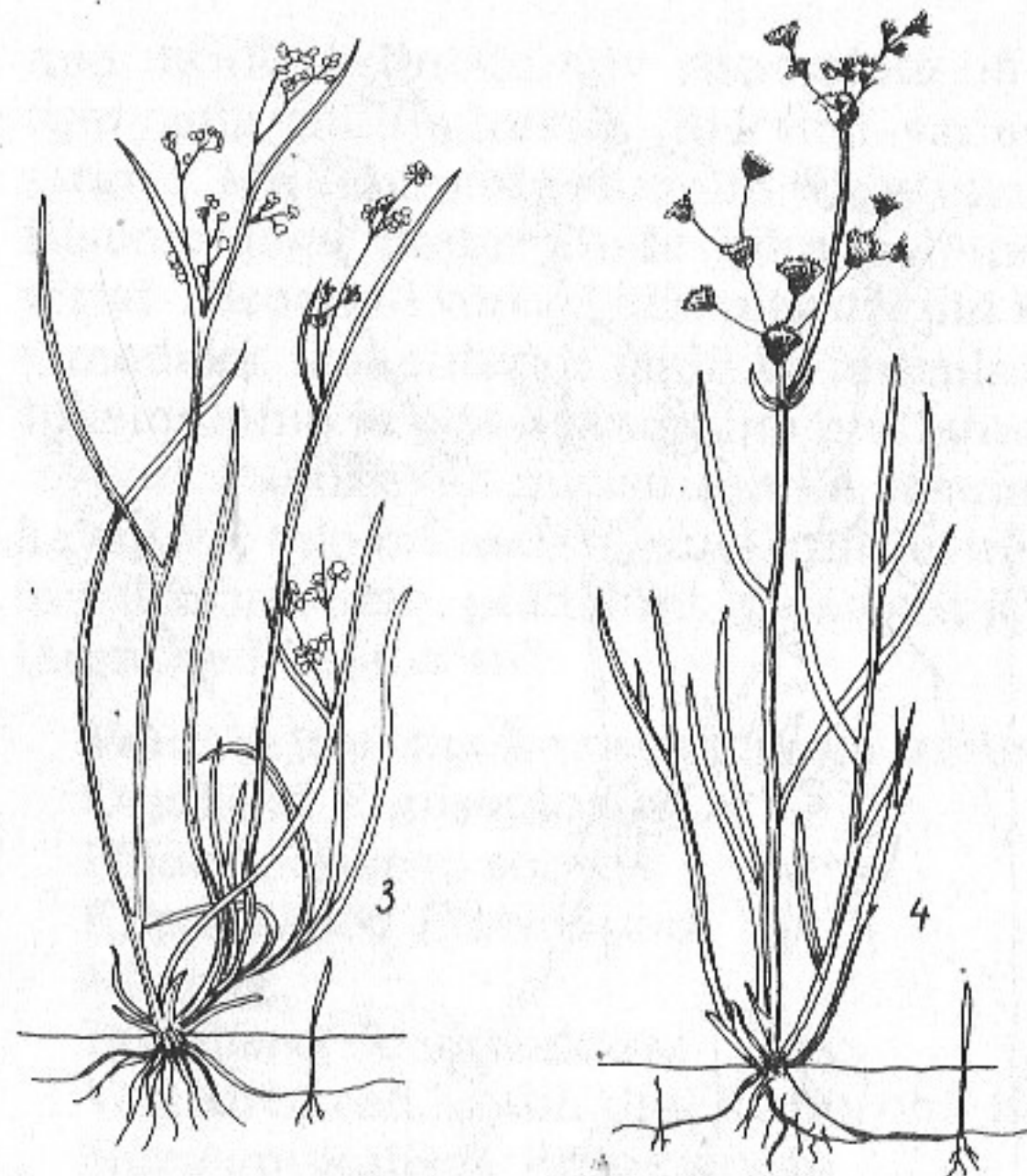
Valge iminõges; soo-nõianõges; põldmünt.

Madaralised *Rubiaceae*

Värvmadar; hobumadar; pehme madar.



Joonis 40. Risoomidega umbrohud: 1 — harilik orashein; 2 — aas-seahernes; 3 — lapik luga; 4 — läikviljaline luga; 5 — harilik raudrohi; 6 — harilik angervaks; 7 — harilik kadakkaer; 8 — harilik käokann; 9 — hobumadar; 10 — värvmadar; 11 — aasosi; 12 — põldosi; 13 — punane aruhein; 14 — valge iminõges; 15 — külmamailane; 16 — põldmünt; 17 — paiseleht; 18 — harilik naat; 19 — tara-seatapp; 20 — harilik puju; 21 — soo-nõianõges



Kellukalised *Campanuláceae*

Kurekellukas.

Korvõielised *Compósitae*

Villohakas; seaohakas (seakapsas); harilik puju; harilik raudrohi.

Naistepunalised *Hypericáceae* (Guttiferae)

Kandiline naistepuna; liht-naistepuna.

Nelgilised *Garyophylláceae*

Oras-tähthein; harilik käokann; harilik kadakkaer; põldkadakkaer; longus põisrohi.

Nögeselised *Urticáceae*

Kõrvenõges.

Kõrrelised *Gramíneae*

Punane aruhein; lapik nurmikas.

3. Roomjuurelised umbrohud. See agrobioloogiline rühm on väiksemaarvulisem kui eelmine, kuid siia kuuluvad mitmed liigid tülkamatest ja raskemini tõrjutavatest põlluumbrohtudest. Levivad vegetatiivselt, paljunevad peamiselt mullas peajuurest rõhtsalt kasvavate külgsuurtega, millel on võime moodustada lisapungi. Mitmes suunas kasvavatest külgsuurtest arenevad nii laiali leyivad võsud kui ka uued peajuured. Roomavate juurte tükeldamine ja laialikandmine mullaharimisel soodustab nende umbrohtude paljunemist.

Peale vegetatiivse paljunemise levivad roomjuurelised umbrohud ulatuslikult ja seemnetega, mis veelgi raskendab nende tõrjet.

Sagedamini esinevad järgmised roomjuurelised umbrohud (joonis 41).

Piimalillelised *Euphorbiáceae*

Vits-piimalill; kibe-piimalill; küpress-piimalill.

Paljulillelised *Onagráceae*

Ahtalehine põdrakanep.

Liblikõielised *Papilionáceae*

Harilik hiirehernes; aed-hiirehernes.

Mailaselised *Scrophulariáceae*

Harilik käokannus.

Kassitapulised *Convolvuláceae*

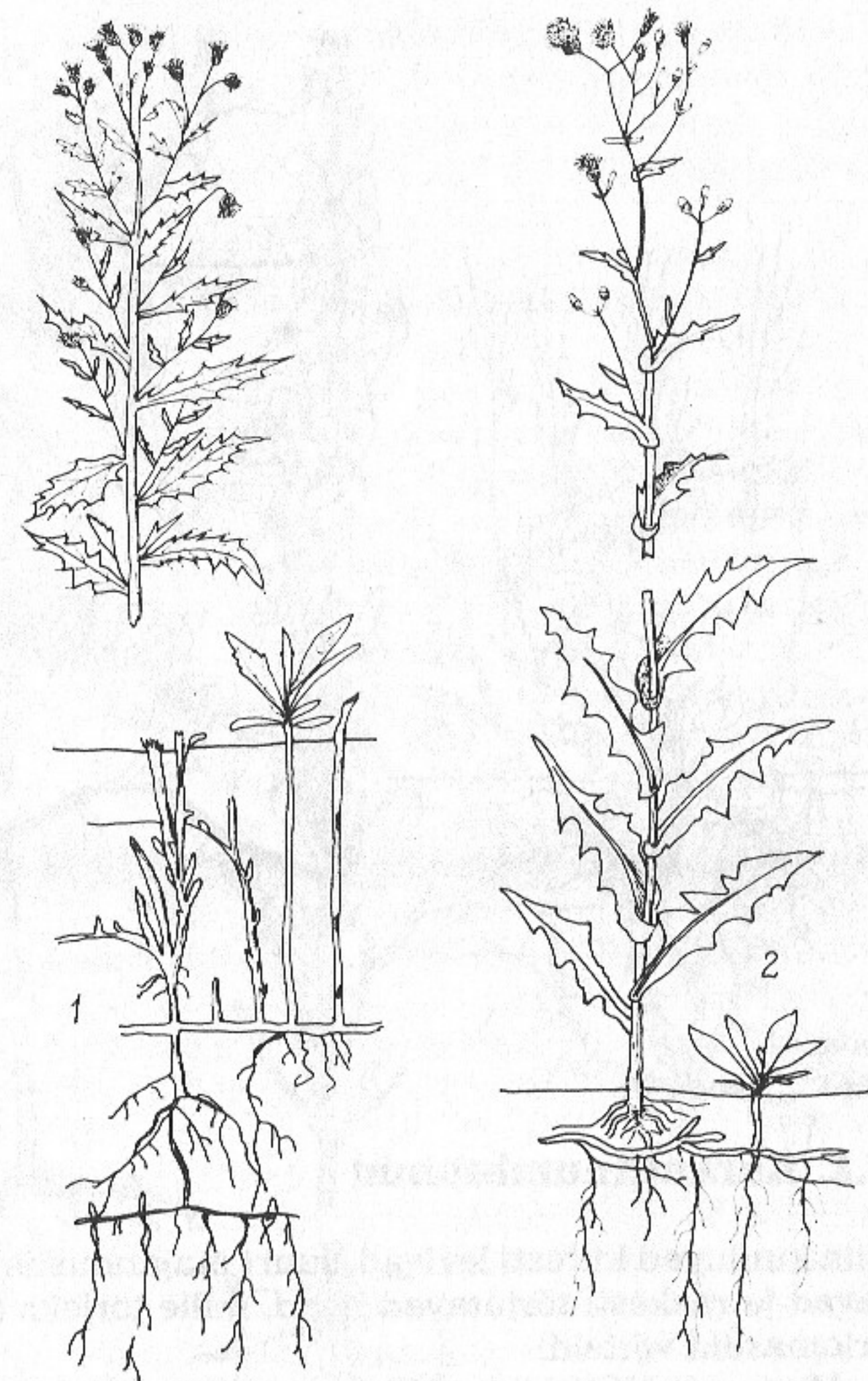
Harilik kassitapp.

Korvõielised *Compósitae*

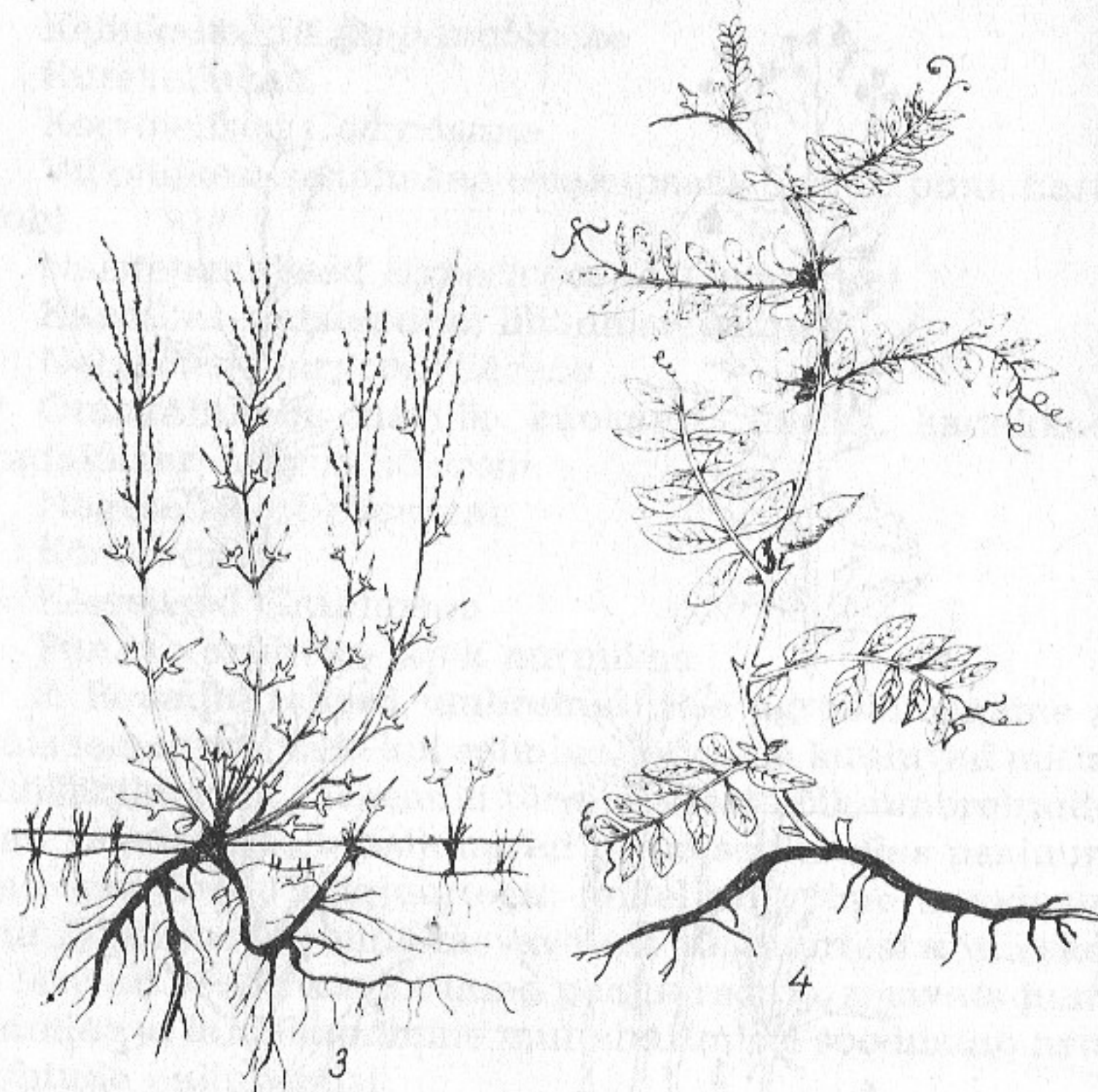
Põldohakas; nõelohakas; põld-piimohakas; tatari piimikas.

Tatralised *Polygonáceae*

Väike oblikas.



Joonis 41. Roomjuurelised umbrohud: 1 – põldohakas; 2 – põld-piimahakas; 3 – väike oblikas; 4 – aed-hiirehernes; 5 – harilik hiirehernes; 6 – harilik käokannus; 7 – harilik kassitapp



Joon. 41

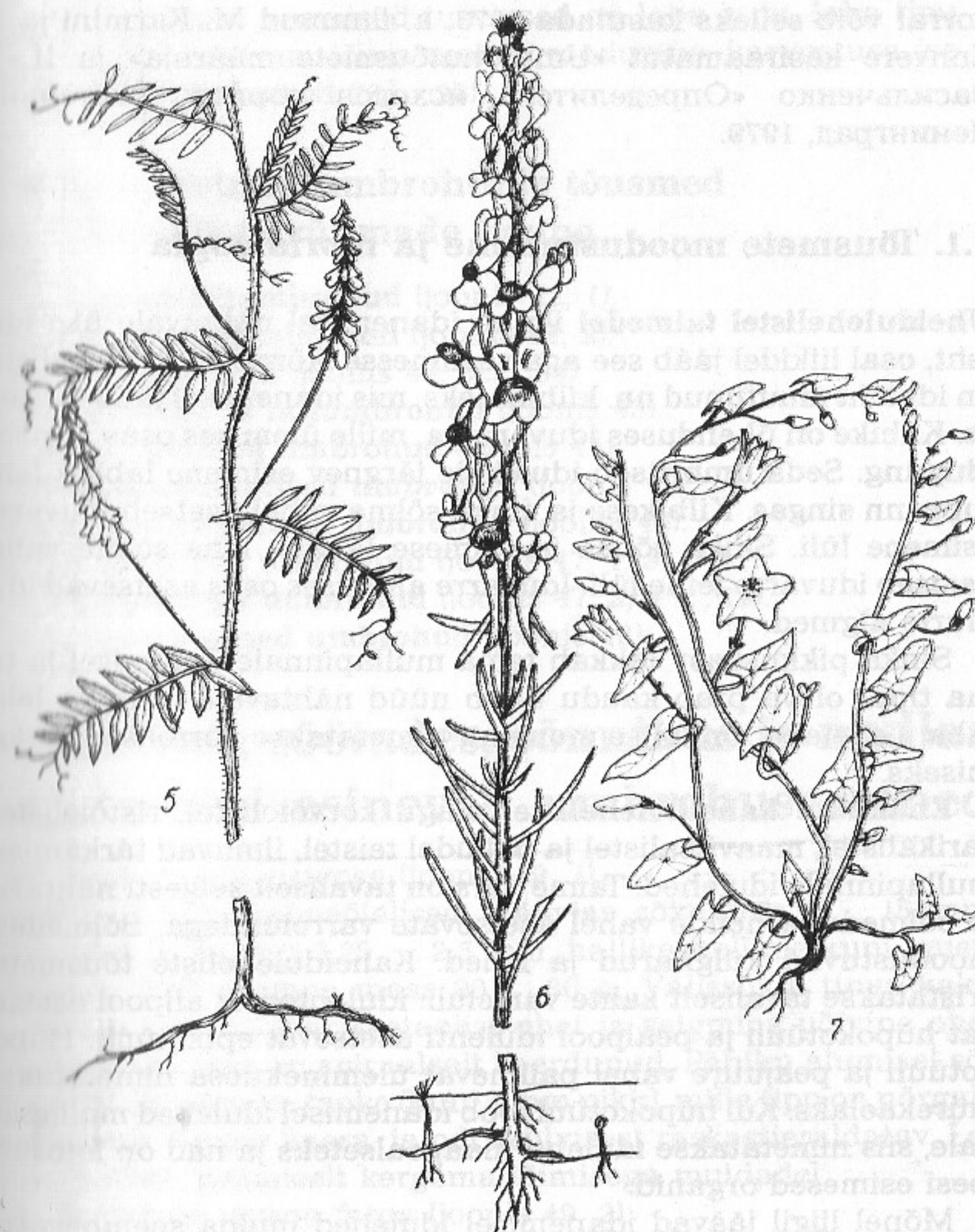
6.3. Karantiinumbrohud

Siia kuuluvad kiiresti levivad, suurt majanduslikku kahju põhjustavad ja raskesti tõrjutavad liigid, mille tõrjeks tuleb rakendada eriomaseid võtteid.

Vastavalt NSV Liidu Põllumajanduse Ministeeriumi ringkirjale 1968. a. siseriiklike karantiinumbrohtude hulka arvatud järgmised liigid.

1. *Ambrosia psilostachya* DC. 2. *Ambrosia artemisiifolia* L. 3. *Ambrosia trifida* L. 4. *Acroptilon repens* (L.) DC. 5. *Solanum carolinense* L. 6. *Solanum rostratum* Dun. 7. *Cuscuta* sp. 8. *Helianthus lenticularis* Dougl. 9. *Cenchrus tribuloides* L.

Ülaltoodutest on Eesti NSV-s ohtlikud võrmide liigid.



7. Umbrohtude tõusmed

Tõhusa umbrohtõrje korraldamiseks on umbrohte vaja tunda juba tõusmete faasis. Eriti oluline on see õigete mehaanilise ja keemilise tõrje võtete valikul. Käesolevas õpperaamatus tuuakse ära tõusmete formeerumise käik ja enam levinud umbrohtude tõusmete joonised. Määramistabelit ei esitata, kuna vajaduse

korral võib selleks kasutada 1973. a. ilmunud M. Karmini ja A. Ennvere käsiraamatut «Umbrohtõusmete määraja» ja И. Т. Васильченко «Определитель исходов сорных растений» Ленинград, 1979.

7.1. Tõusmete moodustumine ja morfoloogia

Üheidulehelistel taimedel ilmub idanemisel nähtavale üks iduleht, osal liikidel jääb see aga seemnesse (kõrrelised). Kõrrelistel on iduleht muutunud nn. kilbikeseks, mis idanemisel jääb terisesse. Kilbike on ühenduses iduvarrega, mille ülemises osas asetseb idupung. Seda ümbritseb idulehele järgnev esimene labata lehetupp, nn singas. Kilbikese ja sinka sõlme vahel asetseb iduvarre esimene lüli. Sinka sõlme ja esimese labaga lehe sõlme vahel asetseb iduvarre teine lüli. Iduvarre alumises osas asetsevad idujuurte algmed.

Sinka pikkuskasv lakkab tema mullapinnale ilmumisel ja tema tipul oleva prao kaudu tuleb nüüd nähtavale esimese lehe laba. Lehelaba ilmumise momenti nimetatakse kõrrelistel tärkamiseks.

Enamikul kaheidulehelistel, nagu korvõielistel, ristõielistel, sarikalistel, maavitsalistel ja paljudel teistel, ilmuvad tärkamisel mullapinnale idulehed. Taim vars on tavaliselt selgesti nähtavate sõlmede ja nende vahel asetsevate varrelülidega. Sõlmedest moodustuvad külgharud ja lehed. Kaheiduleheliste tõusmetel eristatakse tavaliselt kahte varrelüli: idulehtedest allpool asetsevat hüpokotüüli ja pealpool idulehti asetsevat epikotüüli. Hüpokotüüli ja peajuure vahel paiknevat üleminekuosa nimetatakse juurekaelaks. Kui hüpokotüül toob idanemisel idulehed mullapinnale, siis nimetatakse idulehti maapealseteks ja nad on fotosünteesi esimesed organid.

Mõnel liigil jäävad idanemisel idulehed mulda seemnekesta sisse. Selliseid idulehti nimetatakse maa-alusteks. Neil taimedel kasvab seemnest epikotüül ja esimestele lehtedele (pärislehtedele) eelnevad lihtsa kujuga soomusjad alalehed (seaherned ja hiireherned).

Parasiittaimedel (võrmid ja soomukad) idulehed puuduvad ja seemnete idanemisel moodustub kohe võsualge, mis kinnitub iminappadega peremeestaimetele.

Tõusmete määramisel on eriti tähtsad lehed, sest nendel on kõige mitmekesisemad morfoloogilised tunnused.

Lehe osad on lehelaba, leheroots, abilehed ja lehetupp. Alati esineb lehelaba, sageli ka leheroots, harvemini aga abilehed või

lehetupp. Lehelaba peamised tunnused on laba kuju, laba tipu, aluse ja serva kontuur, lõhestumine, roodumus, karvastuse iseloom ja värvus (joonised 26...29).

7.2. Enam levinud umbrohtude tõusmed agrobioloogiliste rühmade kaupa

- I. Täisparasiitumbrohud (joonis 42, 1).
- II. Poolparasiitumbrohud (joonis 42, 2).
- III. Suviumbrohud (joonis 42, 3...34).
- IV. Talvituvad ja taliumbrohud (joonis 43).
- V. Kaheaastased umbrohud (joonis 44).
- VI. Sammasjuurelised umbrohud (joonis 45).
- VII. Narmasjuurelised umbrohud (joonis 46).
- VIII. Vösumilised umbrohud (joonis 47, 1, 3).
- IX. Risoomidega umbrohud (joonis 47, 2, 4...14).
- X. Roomjuurelised umbrohud (joonis 48).

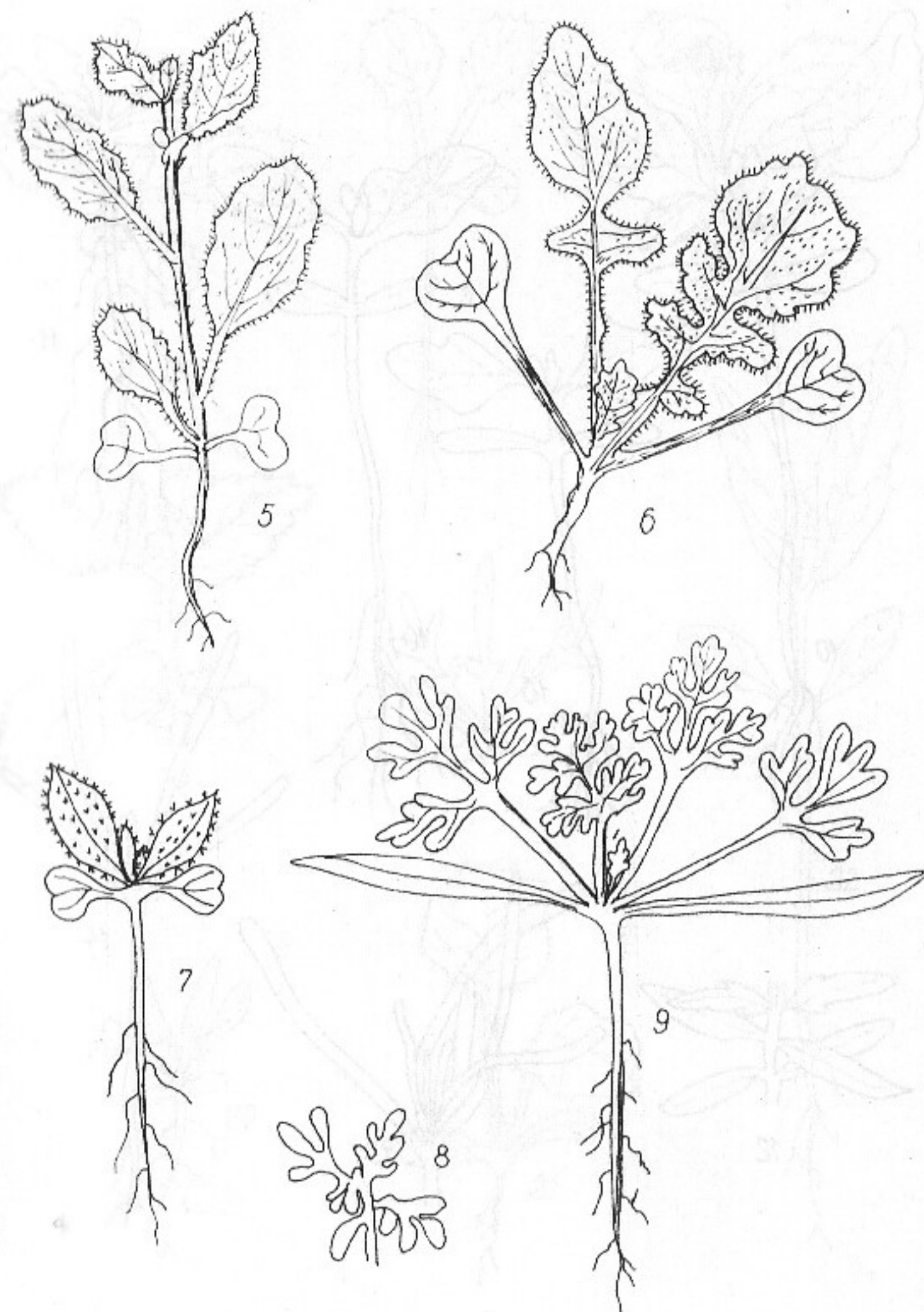
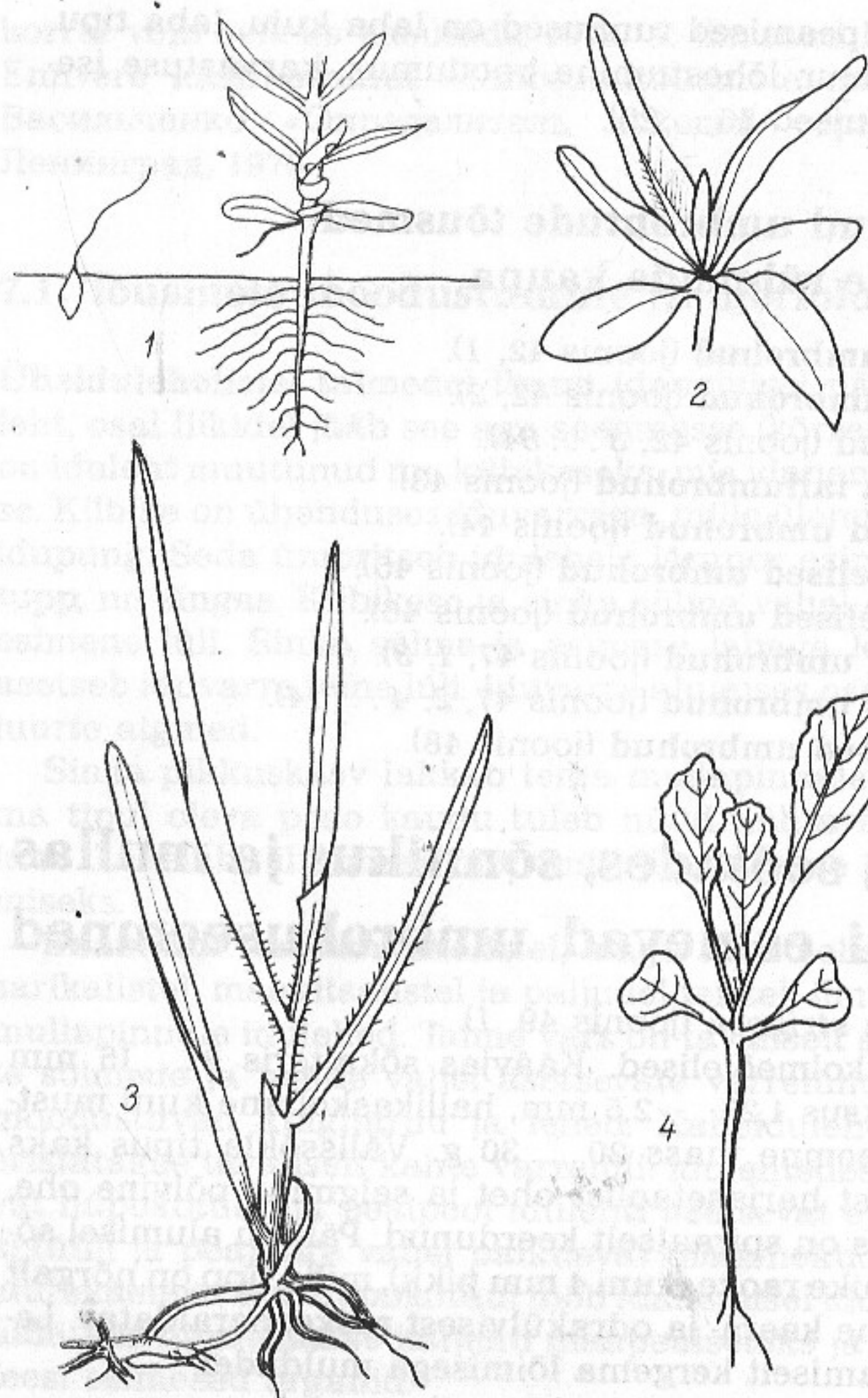
8. Külvises, söötades, sõnnikus ja mullas aagedamini esinevad umbrohuseemned

1. Lillvkaer *Avena strigosa* (joonis 49, 1).

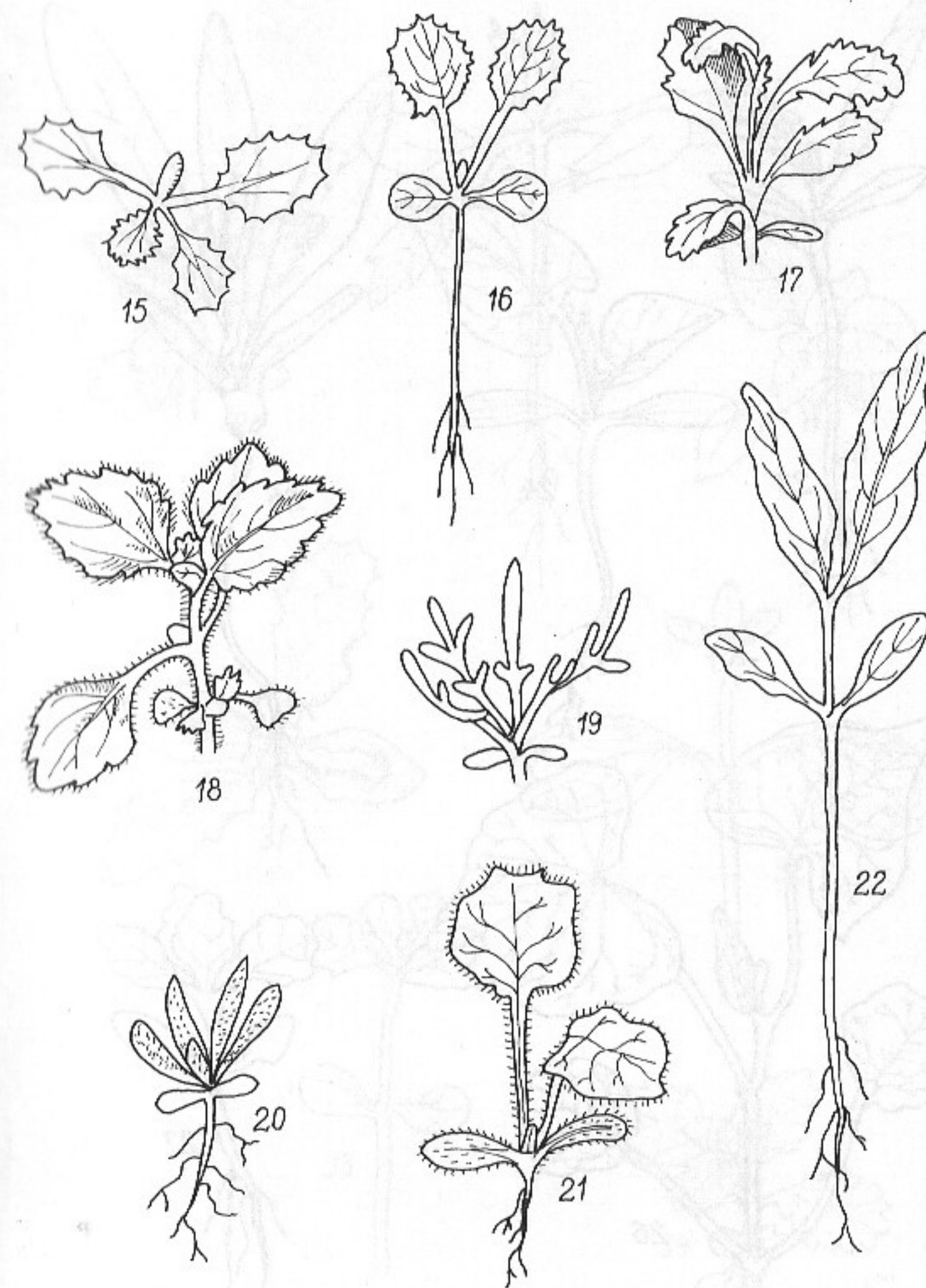
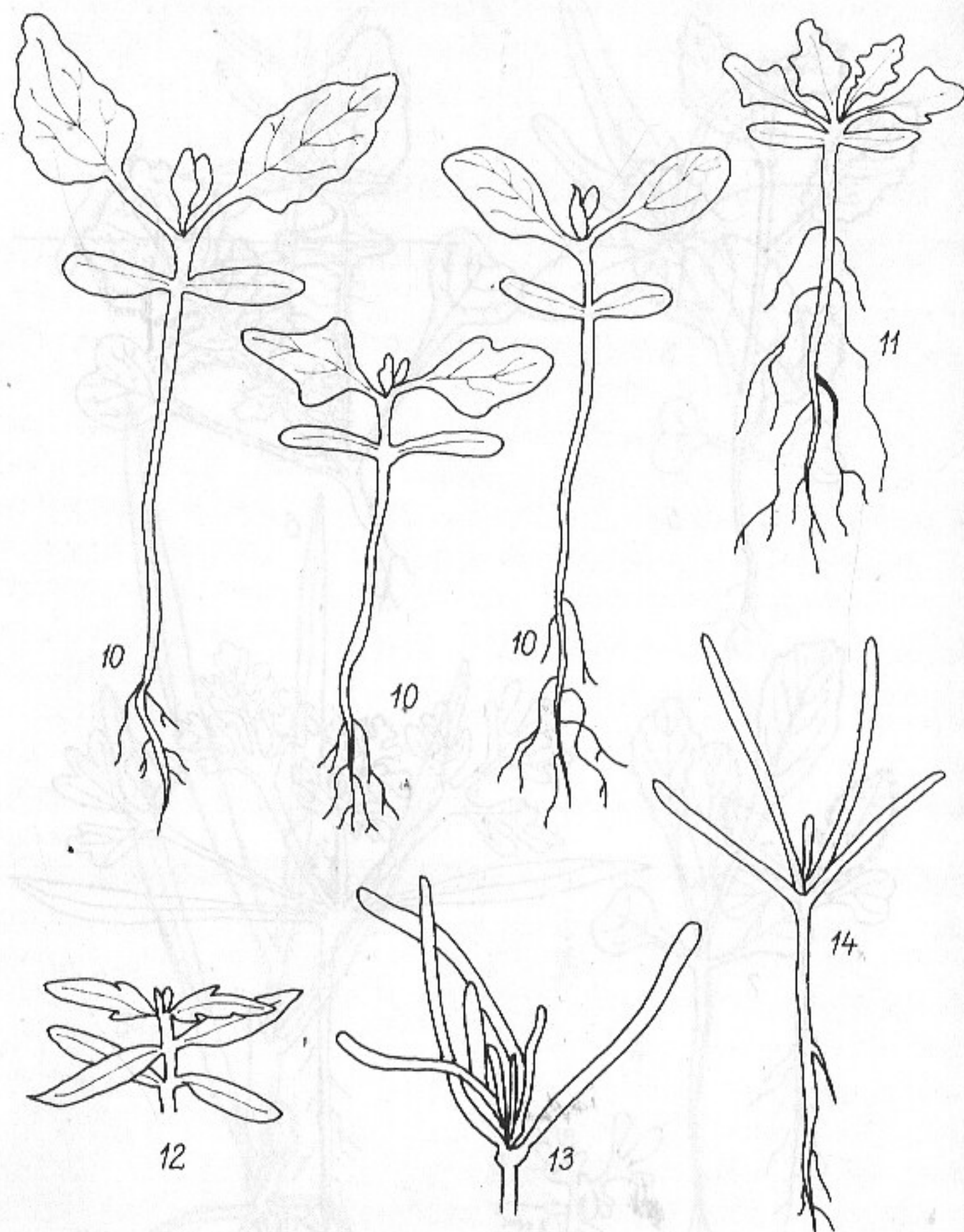
Pähikud kahe-kolmeõielised. Käävjas sõkalteris 8...15 mm pikk, laius ja paksus 1,25...2,5 mm, hallikaskollane kuni mustjaspruun. 1000 seemne mass 20...30 g. Välissõkla tipus kaks 3...6 mm pikkust harjasetaolist ohet ja selgmine põlvine ohe, mis alumises osas on spiraalselt keerdunud. Pähiku alumisel sõkalterisel on peenike raoke (kuni 4 mm pikk), mille tipp on nõrgalt jämenenud. Seeme kaera- ja odrakülvisest raskestieraldatav. Levinud kohati, peamiselt kergema lõimisega muldadel.

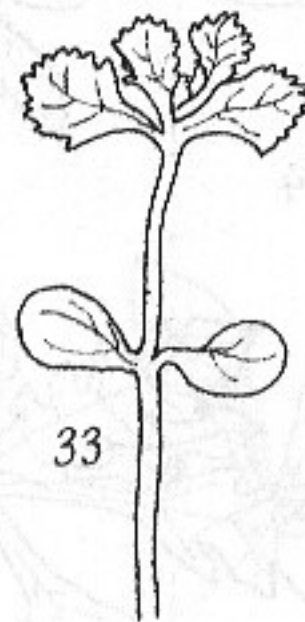
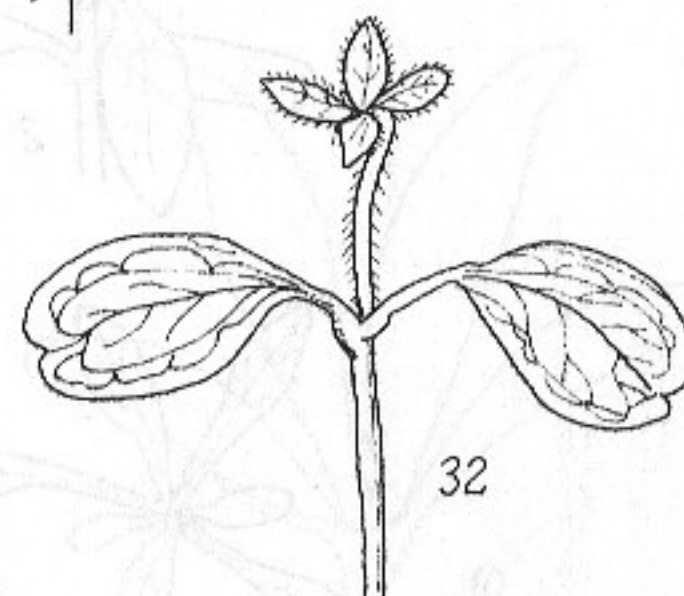
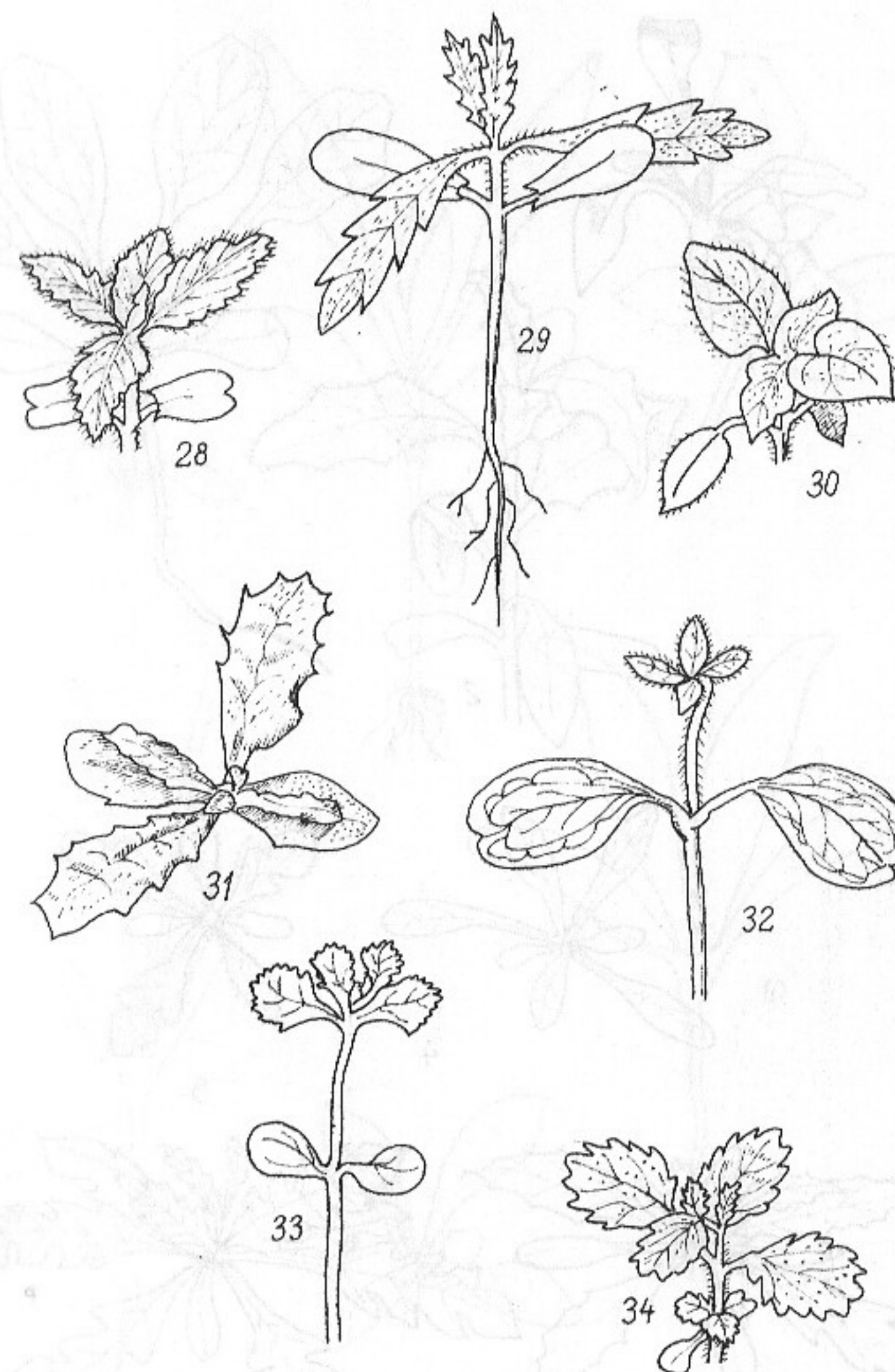
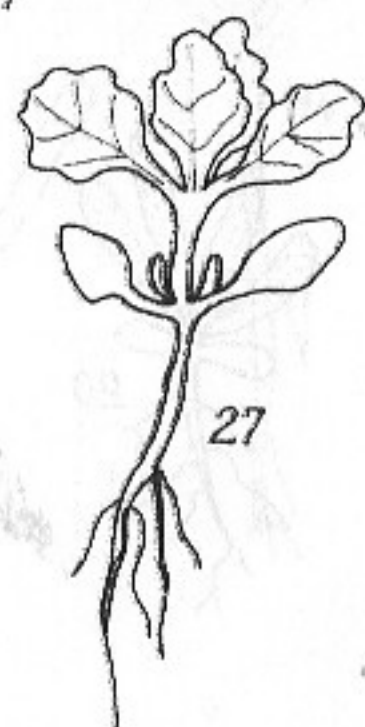
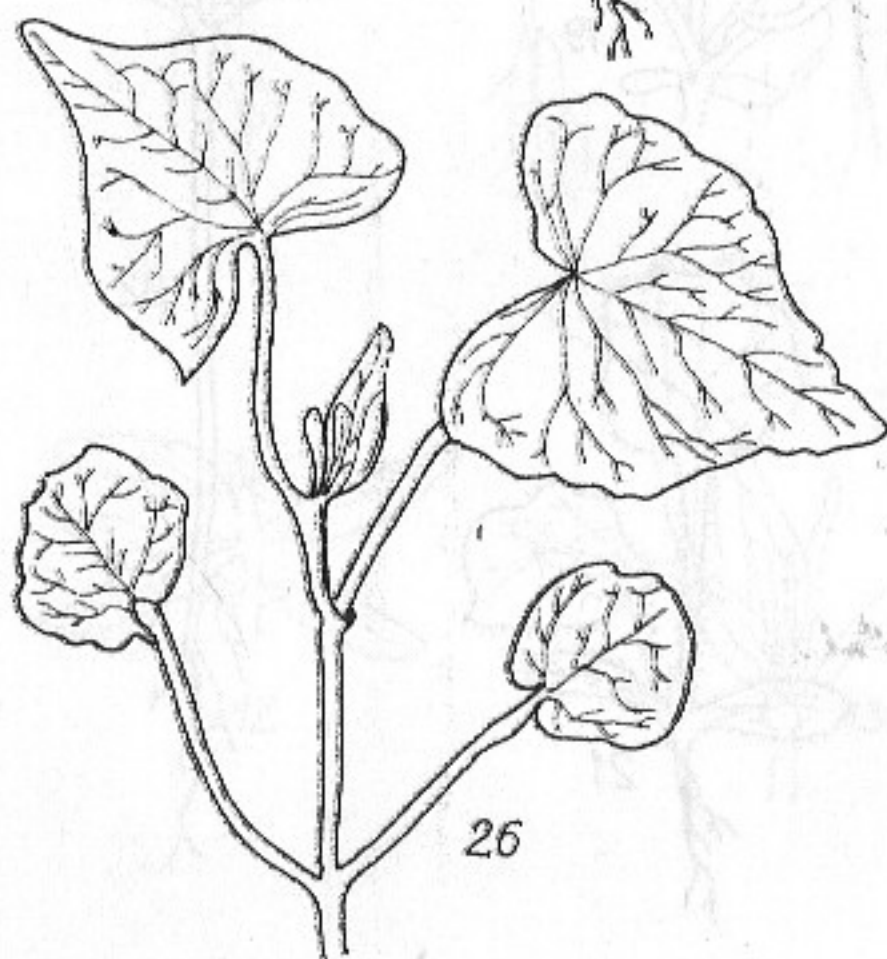
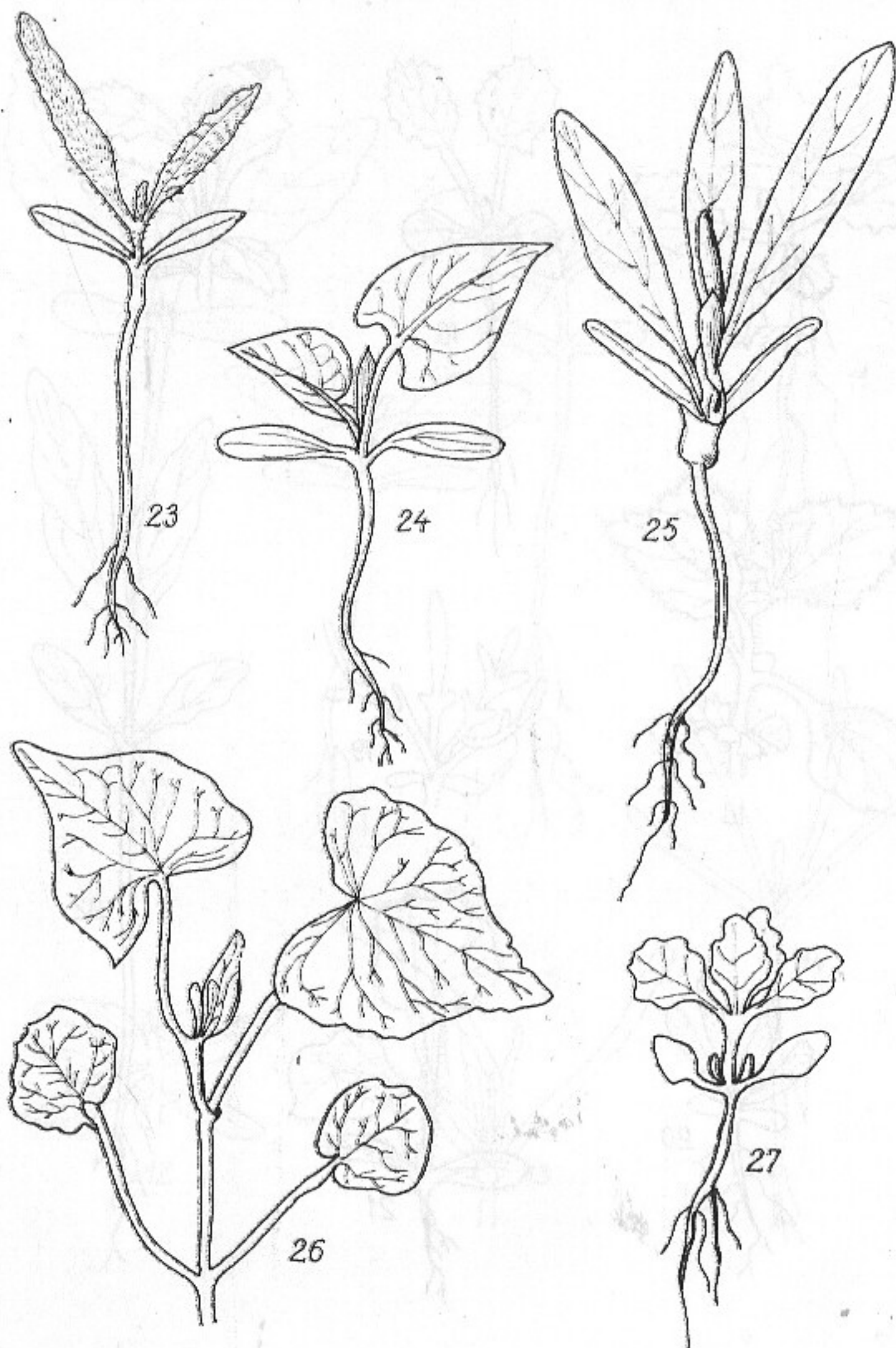
2. Tuulekaer *Avena fatua* (joonis 49, 2).

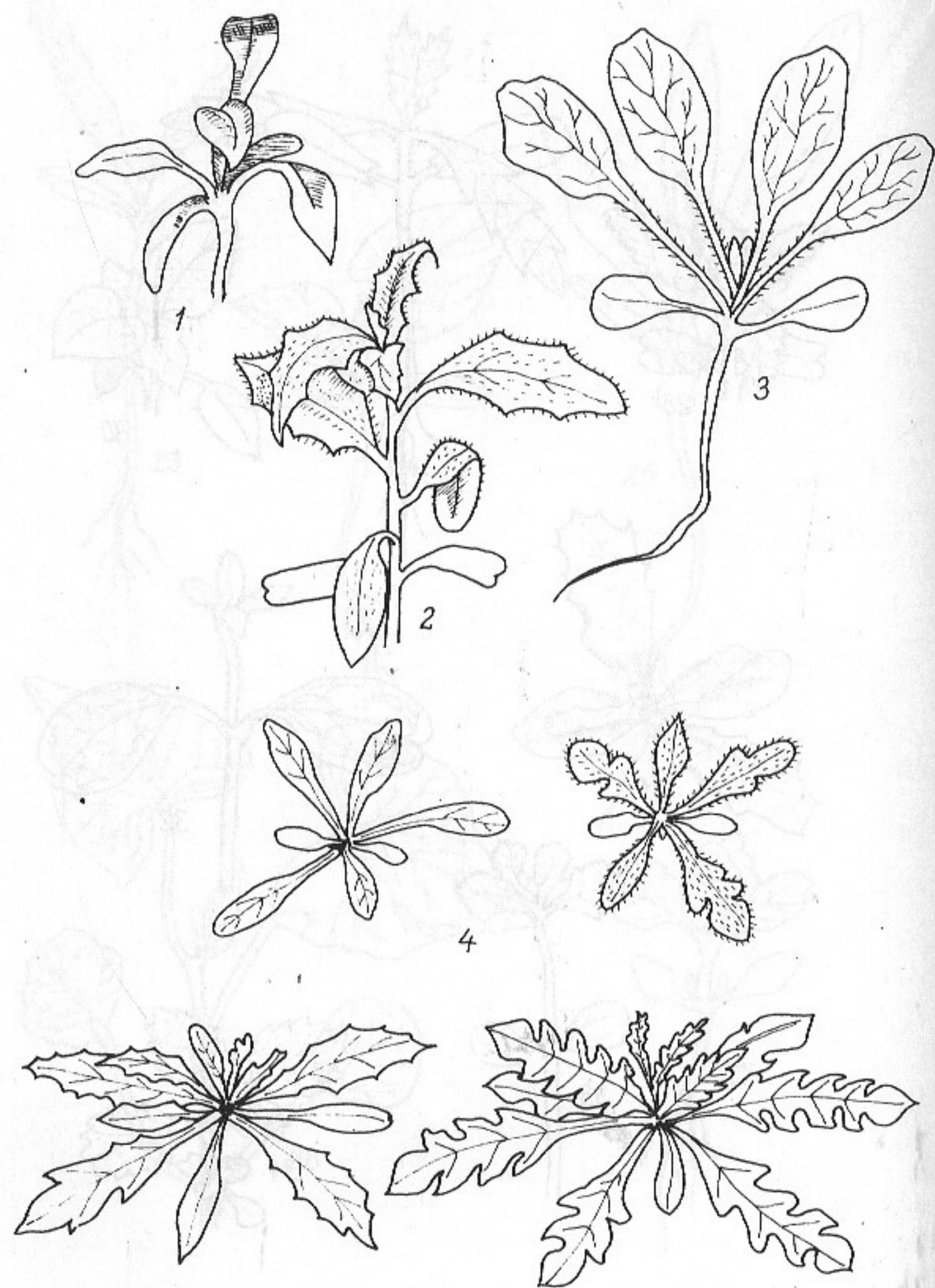
Pähikud kahe-kolmeõielised. Käävjas sõkalteris 10...18 mm pikk, 2...3 mm lai ja 1,75...2,75 mm paks, hallikaskollane kuni mustjaspruun. 1000 seemne mass 15...25 g. Pähiku sõkalterised eralduvad üksteisest ning igal sõkalterisel on alusel hoburauakujuline liigestuspind (kallus). Välissõkla seljale kinnitub 12...25 mm pikkune tumepruun põlvjas ohe, mis alumises osas on spiraalselt keerdunud. Sõkalterise alumine osa on enamasti karvane, kuid on ka paljaid vorme. Et kõik õied pähikus on liigestuspinnaga, siis valminud sõkalterised varisevad. Seeme suviteraviljadest, eriti kaerast raskesti eraldatav. Esineb kohati, peamiselt kergema lõimisega muldadel.



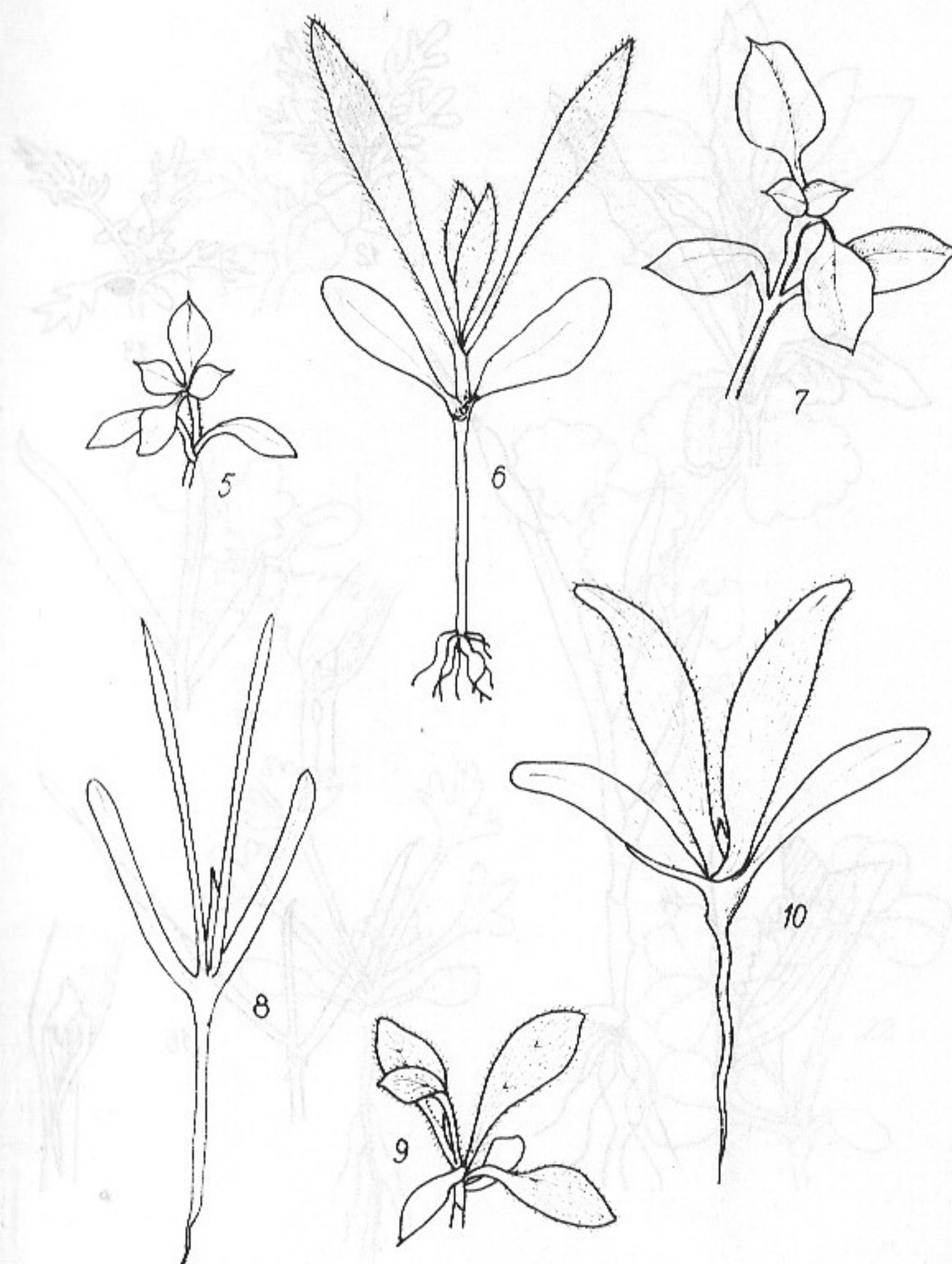
Joonis 42. Täis-, poolparasiit- ja suviumbrohtude tõusmed: 1 – linavõrm; 2 – põldhärghlein; 3 – harilik tuulekaer; 4 – põldsinep; 5 – põld-kapsasrohi; 6 – põldrõigas; 7 – põld-linnutuder; 8 – rihu-peenlook; 9 – harilik punand; 10 – valge hane-malts; 11 – punane hanemalts; 12 – harilik malts; 13 – harilik nälghlein; 14 – külvi nälghlein; 15 – harilik piimohakas; 16 – kare piimohakas; 17 – harilik ristirohi; 18 – karvane võõrkakar; 19 – lõhnav kummel; 20 – soo-kassiurb; 21 – harilik linnu-kapsas; 22 – harilik kirburohi; 23 – kahar kirburohi; 24 – konnatatar; 25 – harilik linnurohi; 26 – idatatar; 27 – kesamailane; 28 – kare kõrvik; 29 – ahtalehine kõrvik; 30 – must maavits; 31 – harilik karukeel; 32 – virn e. roomav madar; 33 – harilik piimalill; 34 – raudnõges

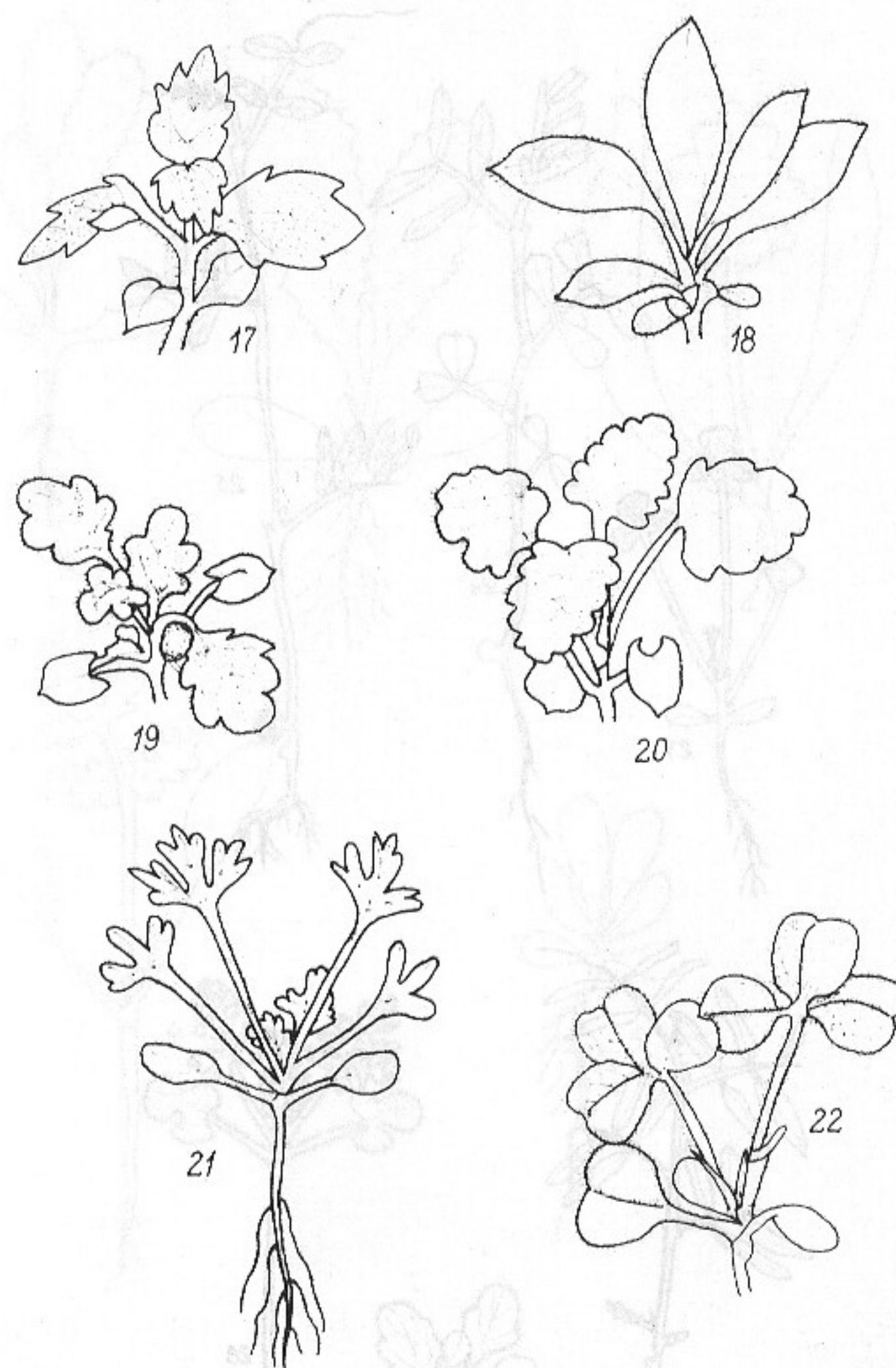


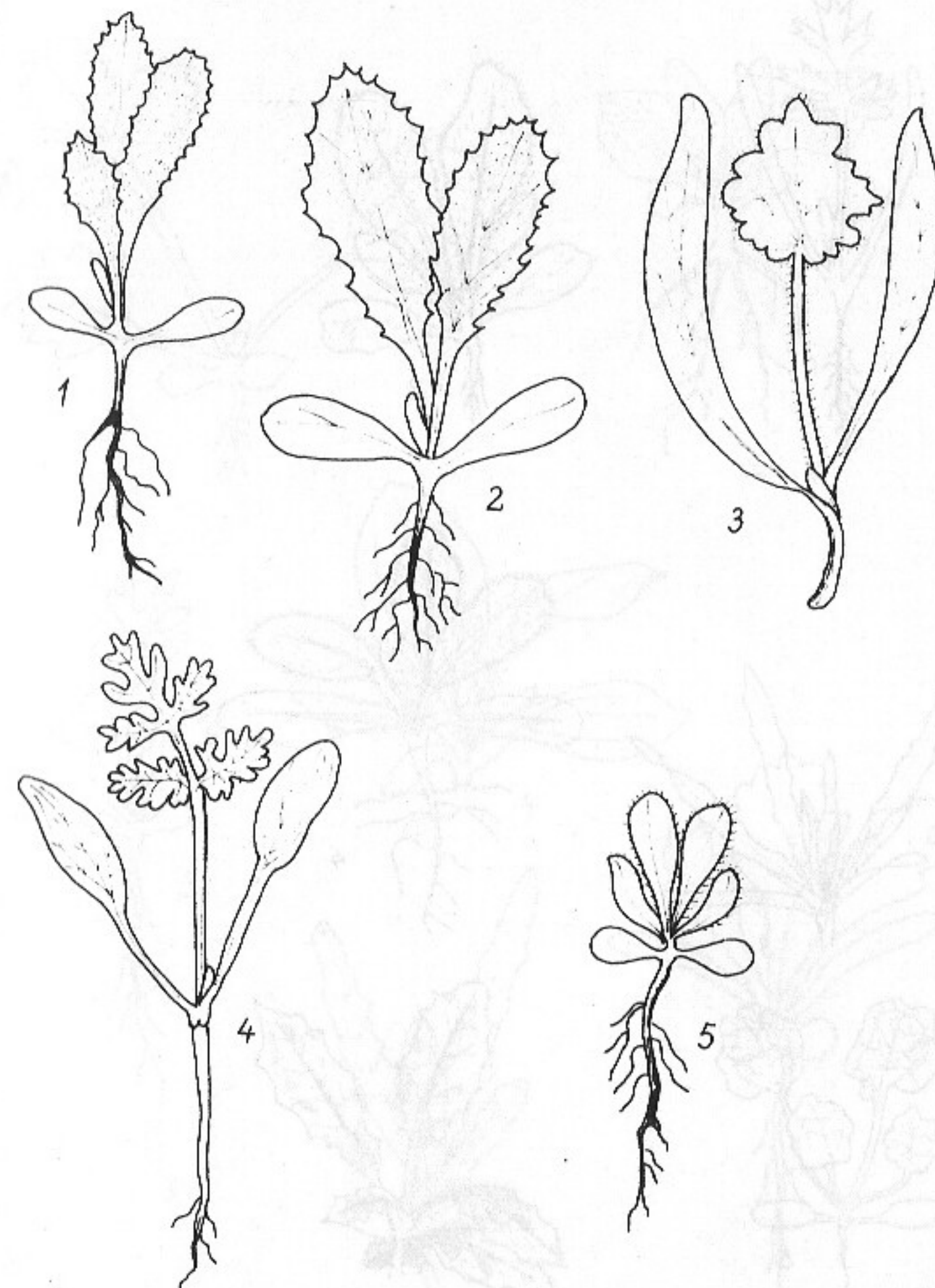
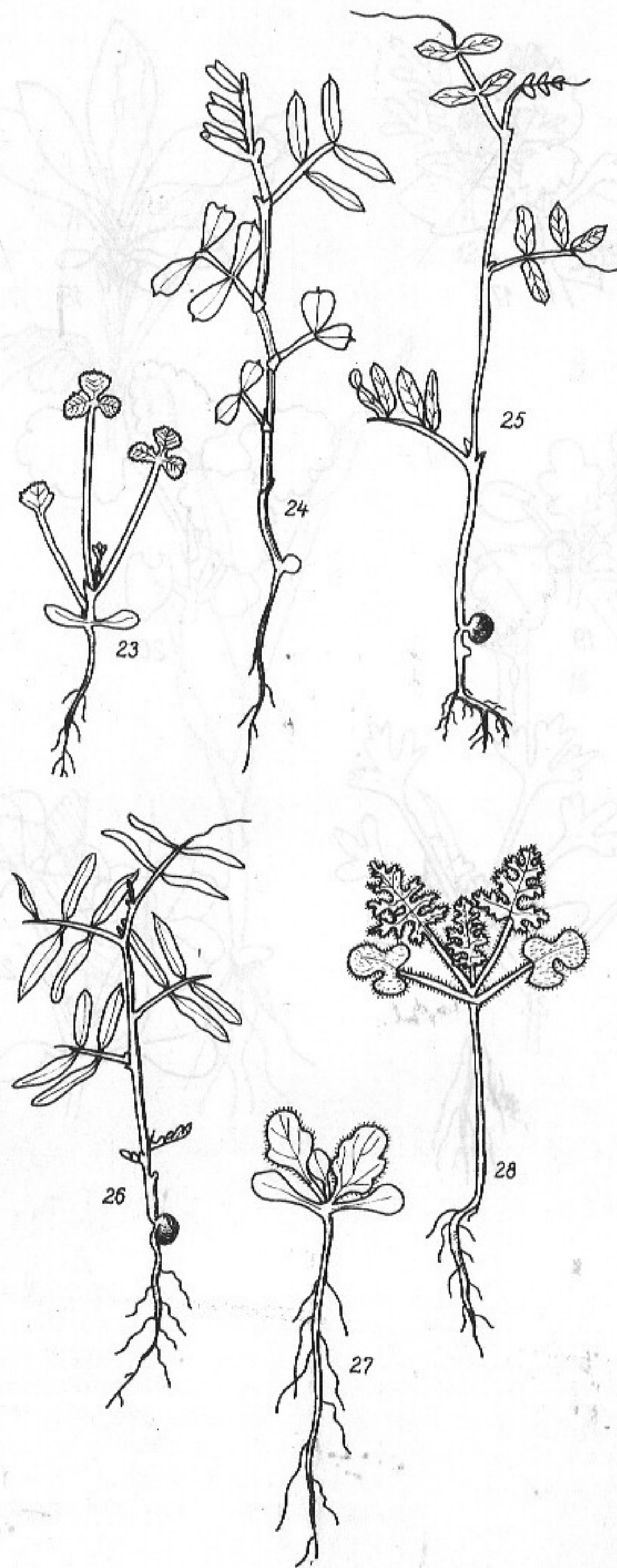




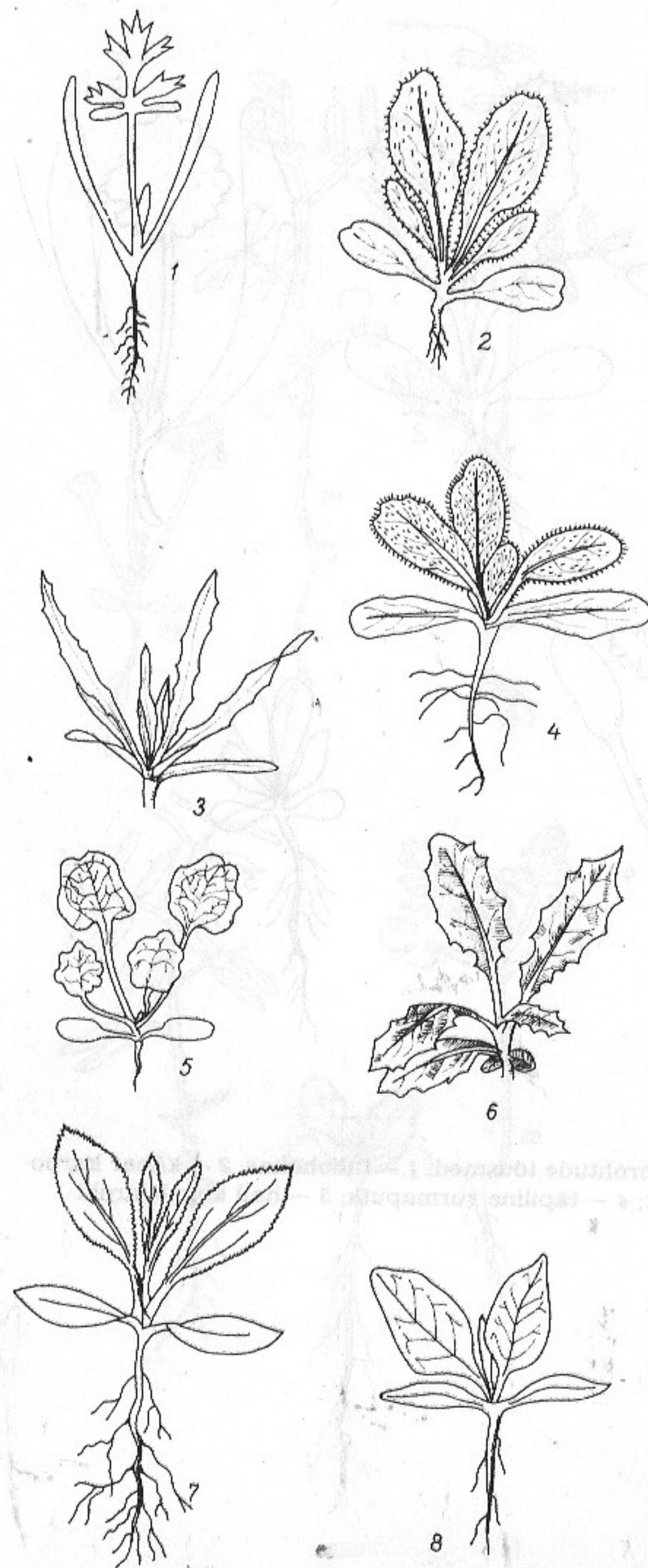
Joonis 43. Talvituvate ja taliumbrohtude tõusmed: 1 – põldmagun; 2 – põld-harakalatv; 3 – põld-litterhein; 4 – harilik hiirekõrv; 5 – vesihein; 6 – äiakas; 7 – harilik liivkann; 8 – põld-kaderohi; 9 – valge pusurohi; 10 – harkjas põisrohi; 11 – rukkilill; 12 – valge karikakar; 13 – kesalill; 14 – rukkiluste; 15 – murunurmikas; 16 – harilik rukkihein; 17 – põldmailane; 18 – põldlõisilm; 19 – hõlmlehine iminõges; 20 – verev iminõges; 21 – põld-varesjalg; 22 – kassiristik; 23 – humal-lutsern; 24 – ahtalehine hiirehernes; 25 – karvane hiirehernes; 26 – põld-hiirehernes; 27 – põldkannike; 28 – harilik kurekael



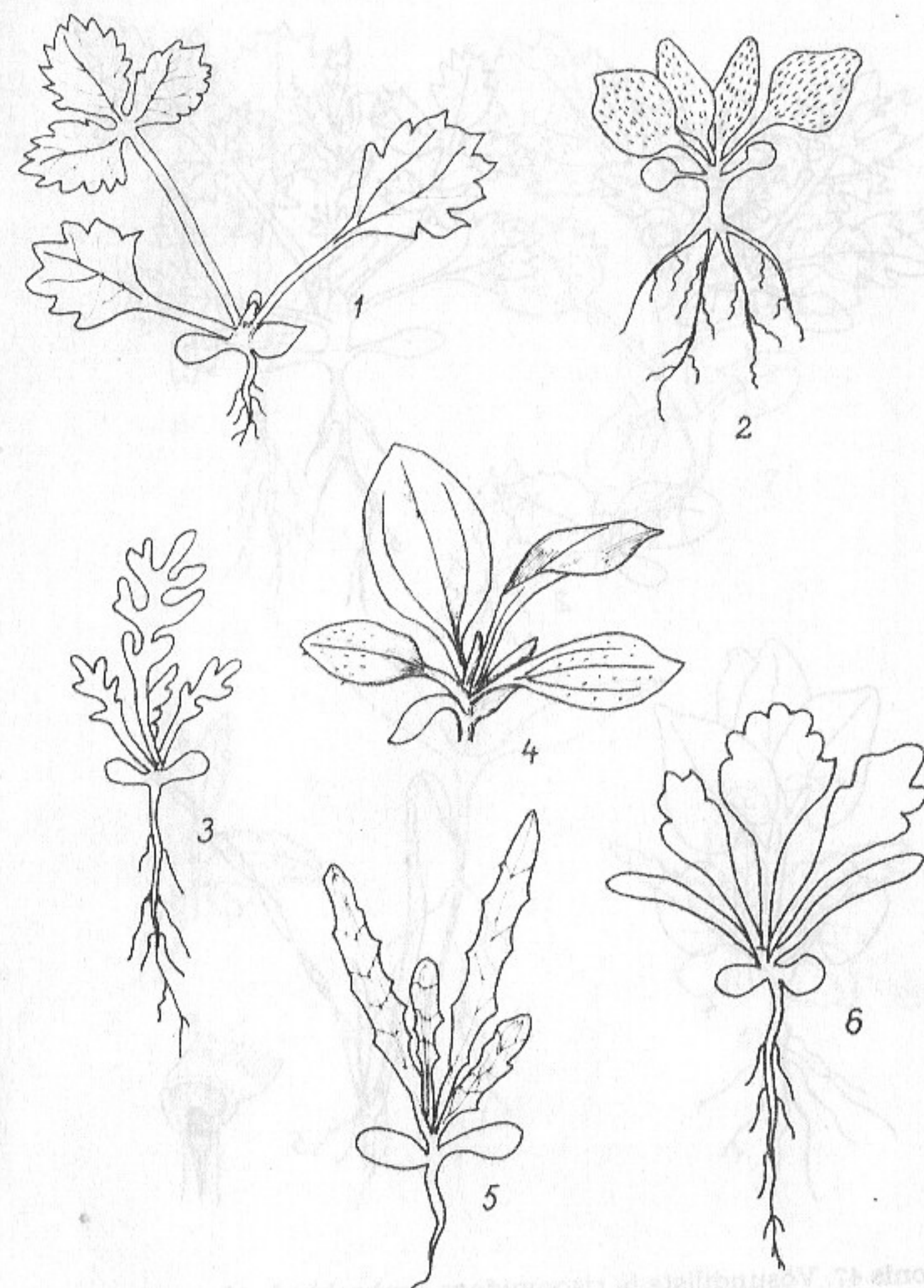




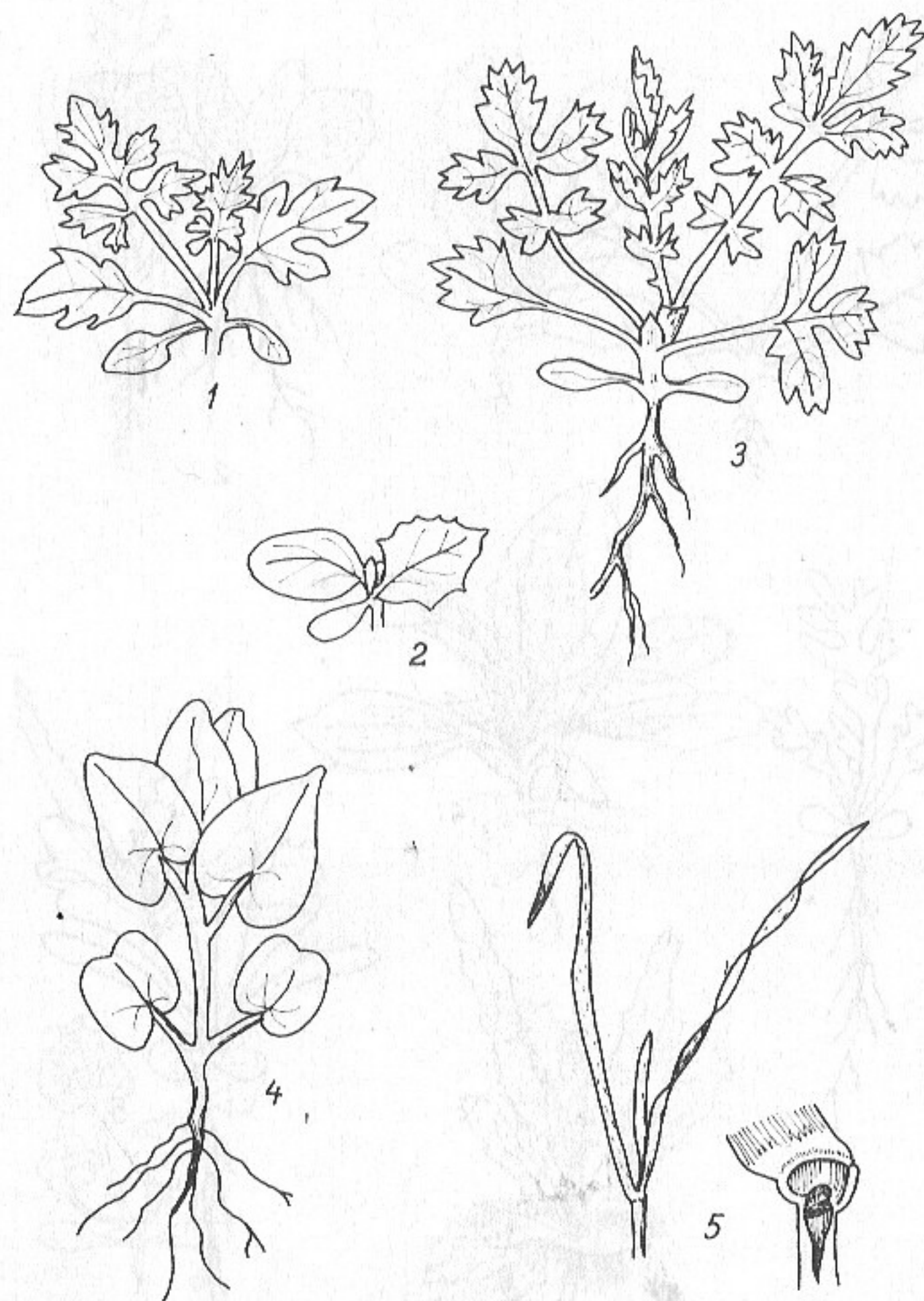
Joonis 44. Kaheaastaste umbrohtude tõusmed: 1 – tuliohakas; 2 – kähär karuohakas; 3 – harilik moorputk; 4 – täpiline surmaputk; 5 – hall kogelearohi



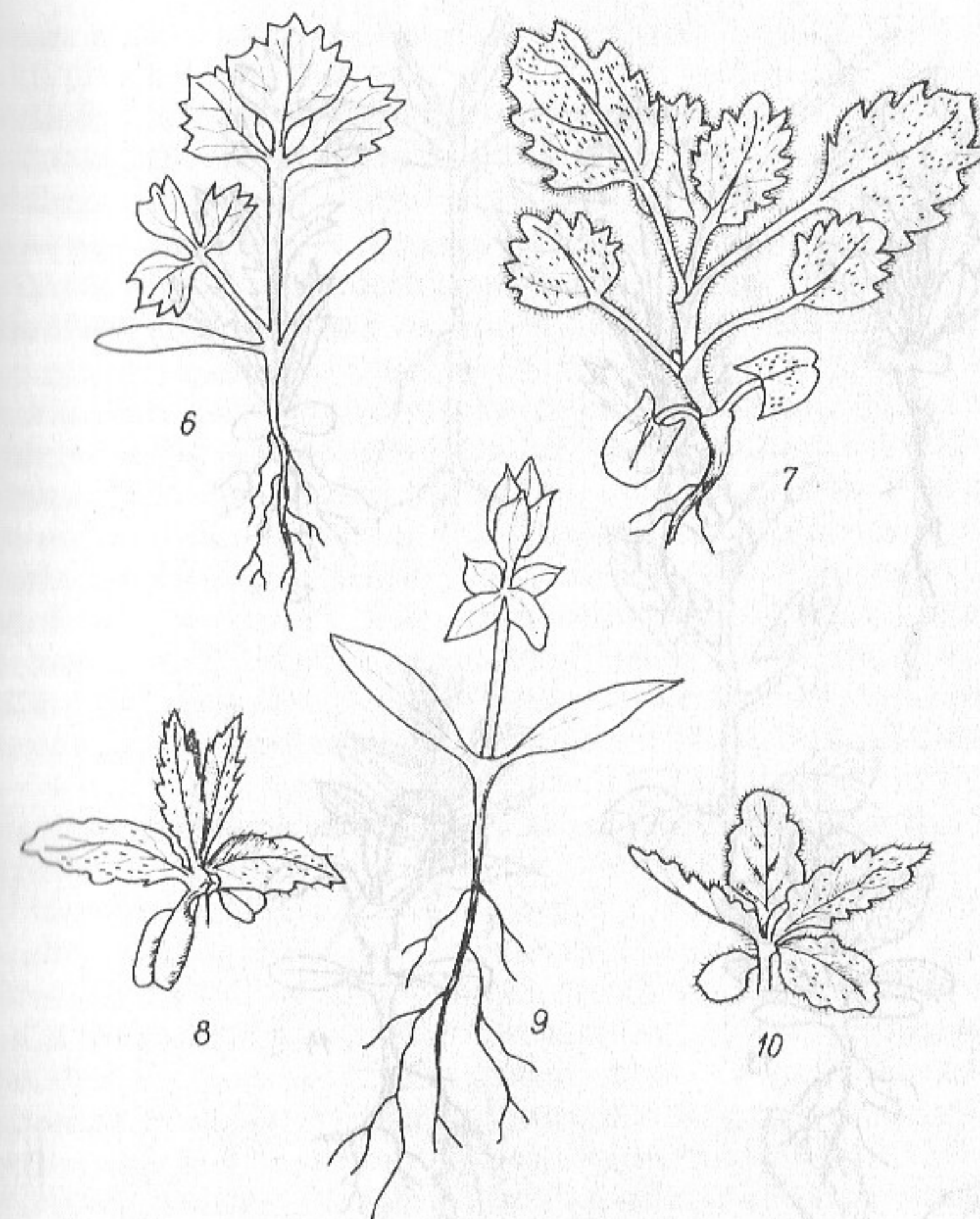
Joonis 45. Sammasjuureliste umbrohtude tõusmed: 1 – mets-harakaputk; 2 – harilik äiatar; 3 – süstlehtne teeieht; 4 – harilik tõlkjas; 5 – kaarkollakas; 6 – harilik võilill; 7 – harilik põisrohi; 8 – kärnoblakas

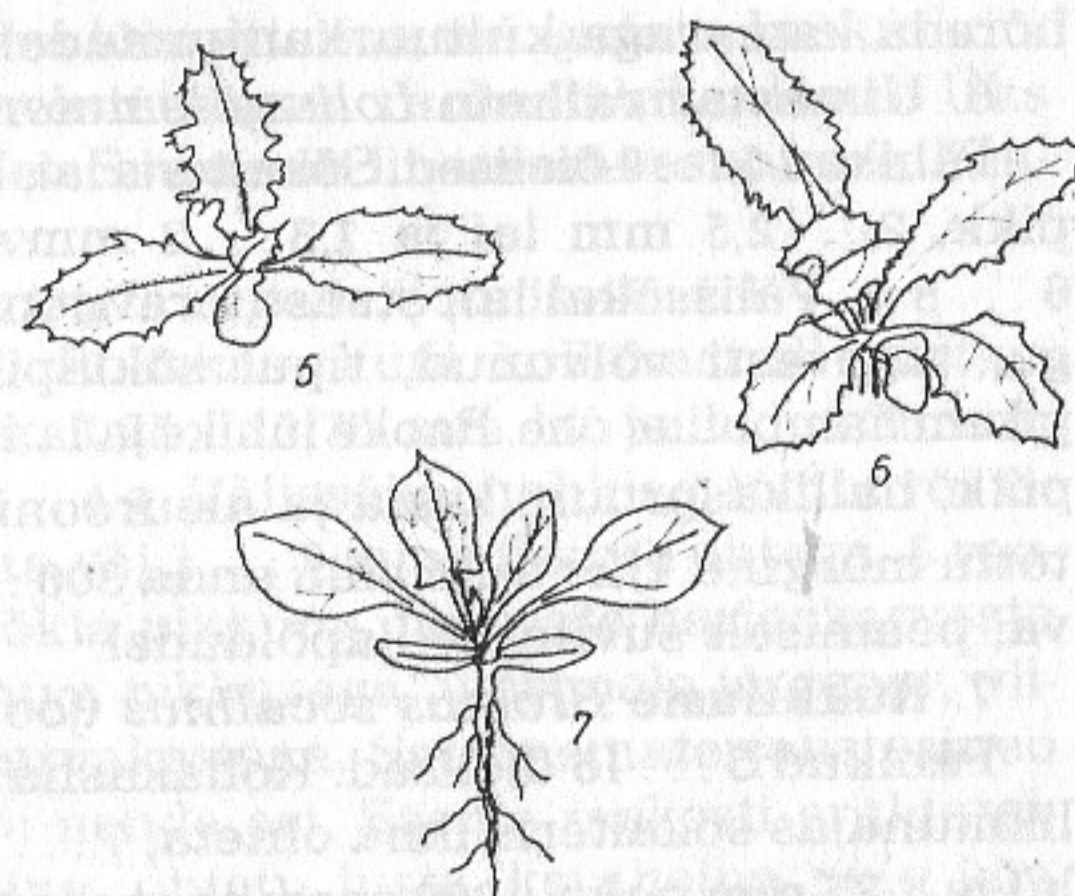
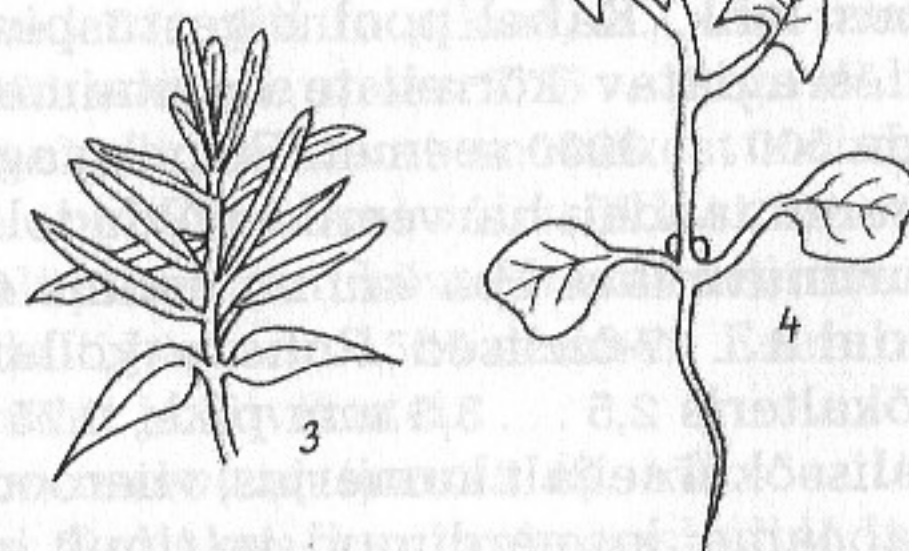
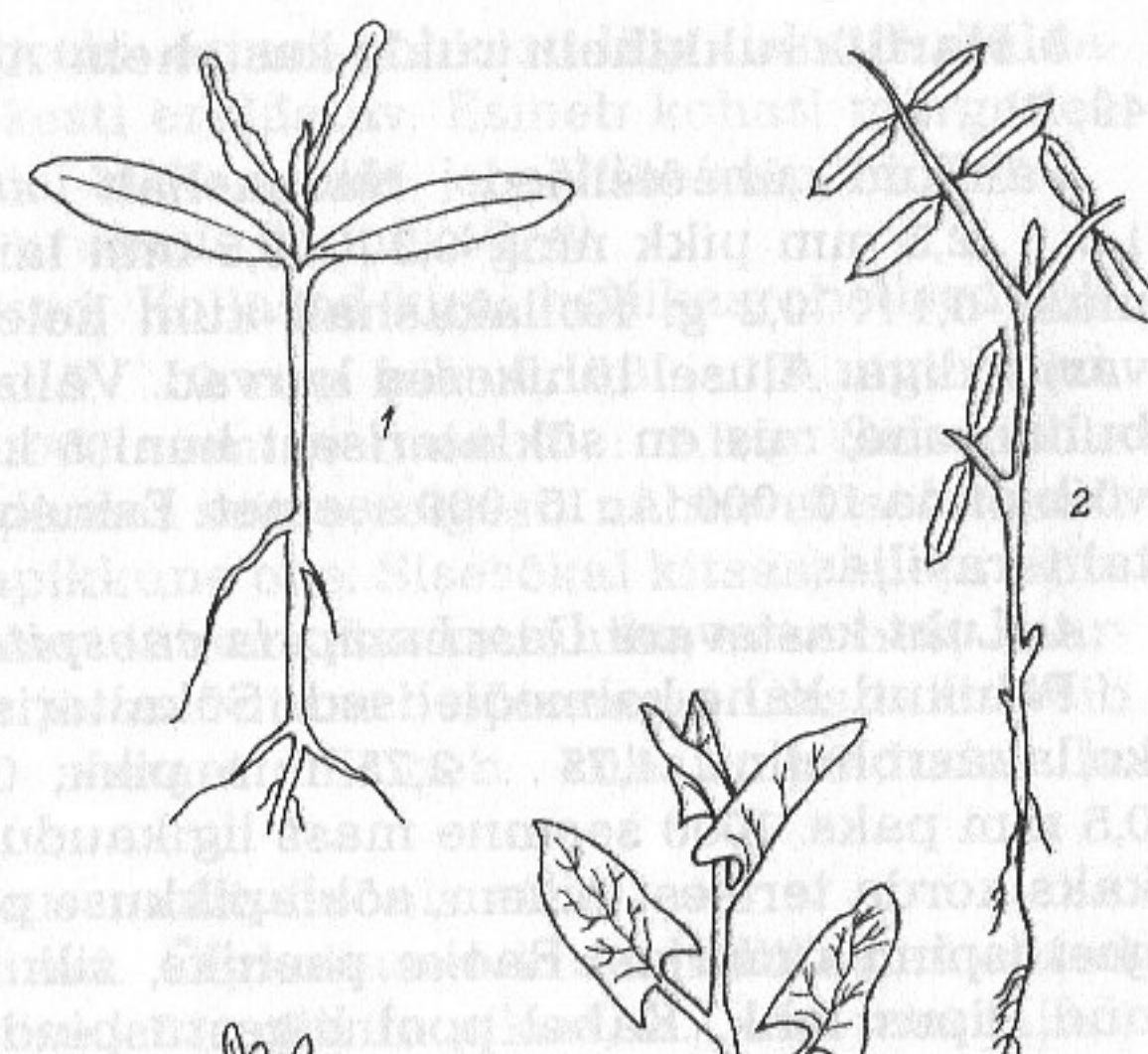
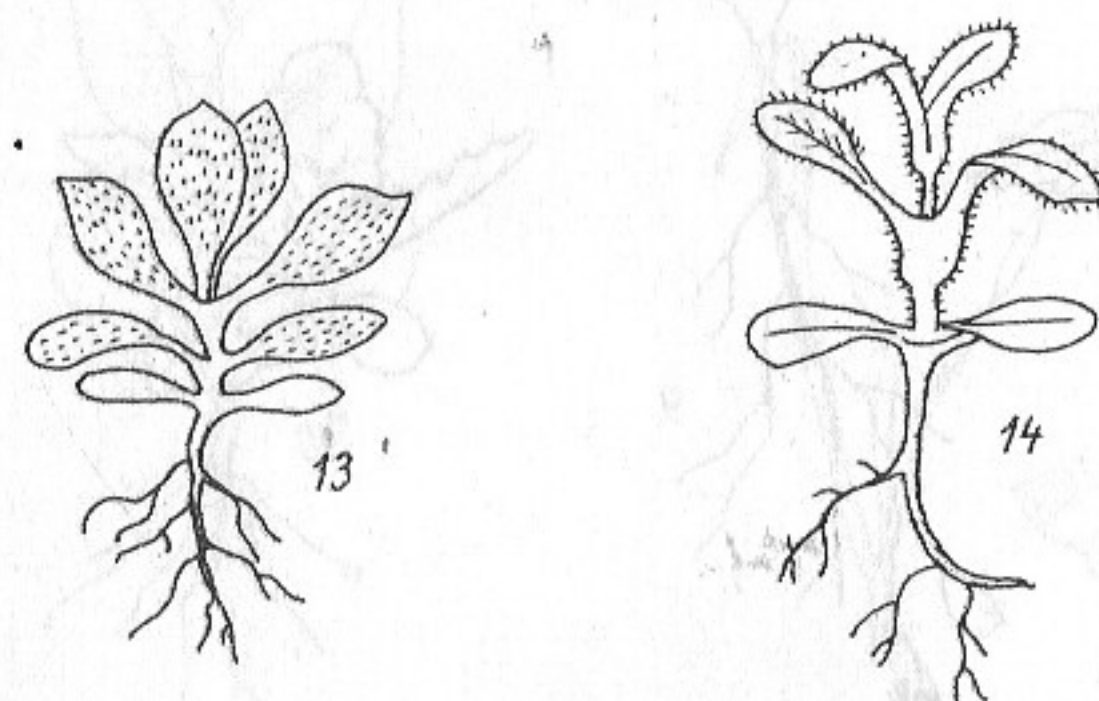
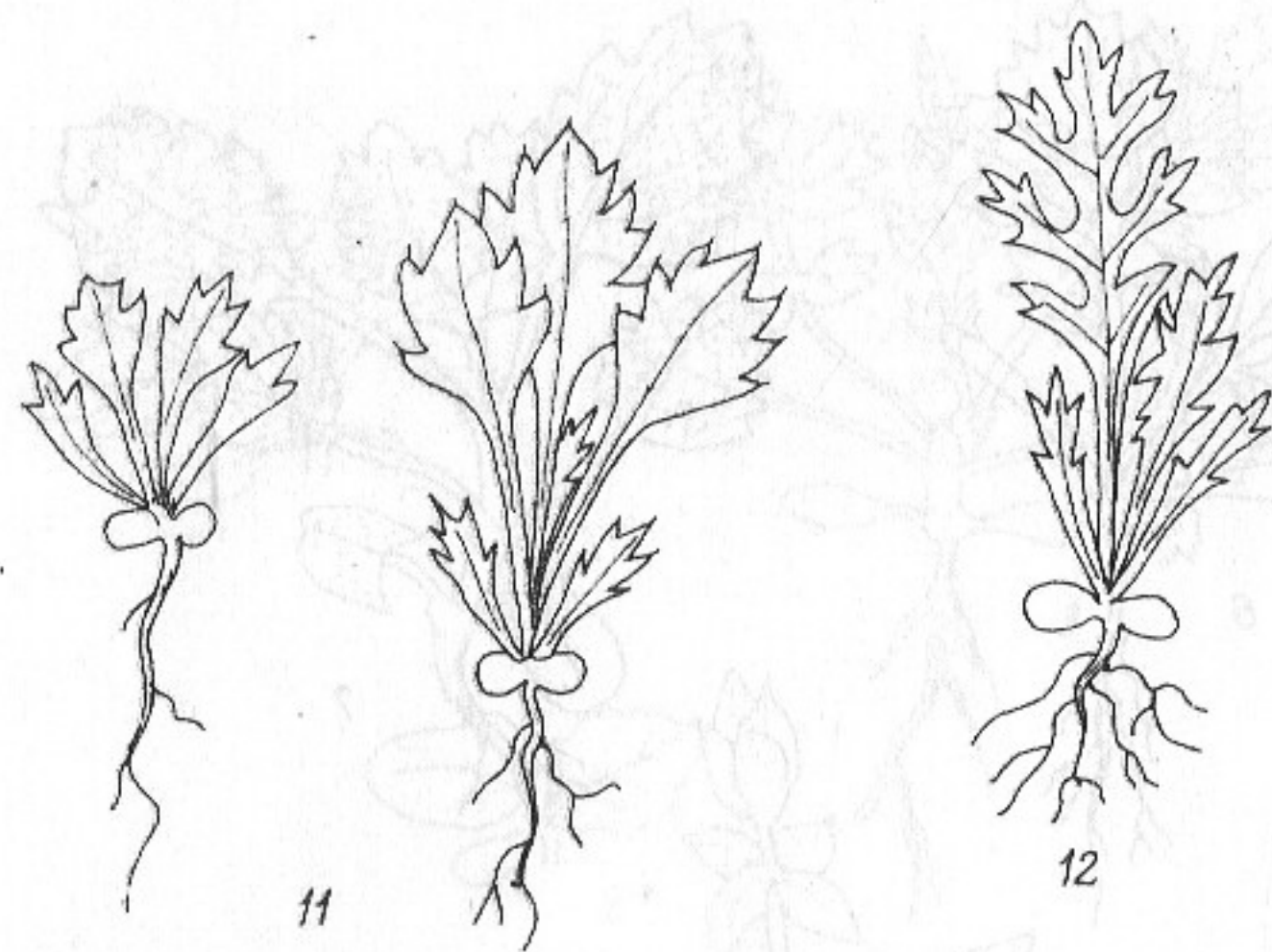


Joonis 46. Narmasjuureliste umbrohtude tõusmed: 1 – hõbemaran; 2 – harilik käbihein; 3 – kollane karikakar; 4 – suur teeieht; 5 – sügisene seanupp; 6 – harilik härjasilm



Joonis 47. Vösumdiliste ja risoomidega umbrohtude tõusmed: 1 – roomav tulikas; 2 – paiseleht; 3 – hanijalg; 4 – tara-seatapp; 5 – harilik orashein; 6 – harilik naat; 7 – valge iminõges; 8 – soo-nõianõges; 9 – pehme madar; 10 – põldmünt; 11 – harilik puju; 12 – harilik raudrohi; 13 – harilik kadakkaer; 14 – põld-kadakkaer





Joonia 48. Roomjuureliste umbrohtude tõusmed: 1 — vits-piimalill; 2 — harilik hii-rehernes; 3 — harilik käokannus; 4 — harilik kassitapp; 5 — põldohakas; 6 — põld-piimohakas; 7 — väike õblikas

3. **Harilik rukkihein** (rukki-kastehein) *Apera spica-venti* (joonis 49, 3).

Pähikud üheöielised. Naaskeljalt käävjas sõkalteris on 1,5...2,5 mm pikk ning 0,3...0,5 mm lai ja paks. 1000 seemne mass 0,1...0,2 g. Kollakashall kuni helepruun, sageli violetse varjundiga. Alusel lühikesed karvad. Välissõkla tipus sirge hambuline ohe, mis on sõklaterisest kuni 5 korda pikem. Üks taim võib anda 10 000...15 000 seemet. Esineb paiguti põldudel, eriti taliteraviljas.

4. **Luht-kastevars** *Deschampsia caespitosa* (joonis 49, 4).

Pähikud kahe-kolmeöielised. Sõkalteris valkjast hõbehall või kollakasroheline. 1,75...2,75 mm pikk, 0,25...0,75 mm lai ja 0,5 mm paks. 1000 seemne mass ligikaudu 0,25 g. Alumine sõkal kaks korda terisest pikem, sõklapikkuse peene sirge ohtega. Liigestuspind ümarjas. Raoke peenike, silindriline, veidi kõverdunud, tipus lohk. Kahel pool liigestuspinda ja raokesel karvad. Raskesti eraldatav kõrreliste heintaimede külvisest. Üks taim võib anda 500...3000 seemet. Esineb sageli nii looduslikel kui ka kultuurrohumaaadel, harvemini põldudel.

5. **Murunurmikas** *Poa annua* (joonis 49, 5).

Pähikud 3...7-öielised. Rohekaskollane kuni helepruun lootikjas sõkalteris 2,5...3,5 mm pikk, 0,75 mm lai ja 0,75...1 mm paks. Välissõkal seljalt kumerjas, viieroodne ja tipult lõhestunud. Sisesõkal lame, kumerdunud ja tipult rullunud. Sisesõkla äär karvadega kaetud. Raoke peenike, nõrgalt kõverdunud, 1...1,4 mm pikk. Üks taim võib anda 200...1000 seemet. Esineb murudel, hõreda kamaraga kultuurkarjamaadel, põldudel, aedades.

6. **Ulmastav raihein** *Lolium temulentum* (joonis 49, 6).

Pähikud 5...9-öielised. Sõkalteris lai, lootikukujuline, 5...6 mm pikk, 2...2,5 mm lai ja 1,3...2 mm paks. 1000 seemne mass 6...8 g. Välissõkal lai, otsast teravnenud, kolme märgatava rooga, tugevasti võlvunud, tipul sõklapikkune või kuni 3 korda pikem hambuline ohe. Raoke lühike ja lame. Kooritud teris 4...6 mm pikk, hallikaspruun, kesta ja aleuroonikihi vahel areneva seene tõttu mürgine. Üks taim võib anda 300...500 seemet. Esineb harva, peamiselt suviteraviljapõldudel.

7. **Rukkiluste** *Bromus secalinus* (joonis 49, 7).

Pähikud 5...15-öielised. Kollakashall kuni kollakaspruun piklikmunajas sõkalteris ilma ohteta, 7...10 mm pikk, 1,75...2 mm lai ja 1,75 mm paks. 1000 seemne mass 6...8 g. Välissõkal piklikmunajas, kahe tipmise tervikuga. Välissõkla serv külgsuunas lookjas, kaetud hõredate jämedate ripsmetega. Sisesõkal niisama pikk kui välissõkal. Raoke kõverdunud, ülespoole laienev, moodustab rõngasvalli, mis alt kitseneb. Üks taim võib anda kuni

1800 seemet. Rukki umbrohi, esineb rohkesti liigniisketel muldadel. Rukikikülvisest raskesti eraldatav. Esineb kohati märgadel, raske lõimisega muldadel taliteravilja- ja põldheinapõldudel.

8. **Põldluste** *Bromus arvensis* (joonis 49, 8).

Pähikud 5...12-öielised. Kollased kuni hallikasrohelised piklikmunajas sõkalterised 7...9 mm pikad, 1,3...1,5 mm laiad, 0,75...1 mm paksud. 1000 seemne mass 2...2,8 g. Sisepoole kaandunud välissõkla pinnal seitse selgesti nähtavat soonekest (roodu) ning tipus sõklapikkune ohe. Sisesõkal kitsas, kileja tipuga, 3 rooduga, välissõklast lühem. Raoke lühike, seemnest kaarjalt eemalehoidev, ülalt jäme, viltuse otspinnaga. Üks taim võib anda ligikaudu 1000 seemet. Esineb kohati põldudel ja prahi paikadel.

9. **Pehme luste** *Bromus mollis* (joonis 49, 9).

Pähikud 6...10-öielised. Õlgkollased kuni hallikasrohelised piklikmunajas sõkalterised 7...8 mm pikad, 2...2,5 mm laiad, 0,75...1 mm paksud. 1000 seemne mass 2,75...3 g. Välissõkla pinnal karvad ja seitse selgelt nähtavat soonekest (roodu) ning tipus 6...8 mm pikkune ohe. Sisesõkal välissõklast lühem. Raoke lühike, 1 mm pikk, ülalt jämedam, kõverdunud, viltuse otspinnaga. Üks taim võib anda ligikaudu 1500 seemet. Esineb kohati kuivadel looduslikel niitudel ja liivikutel.

10. **Lina-raihein** *Lolium remotum* (joonis 49, 10).

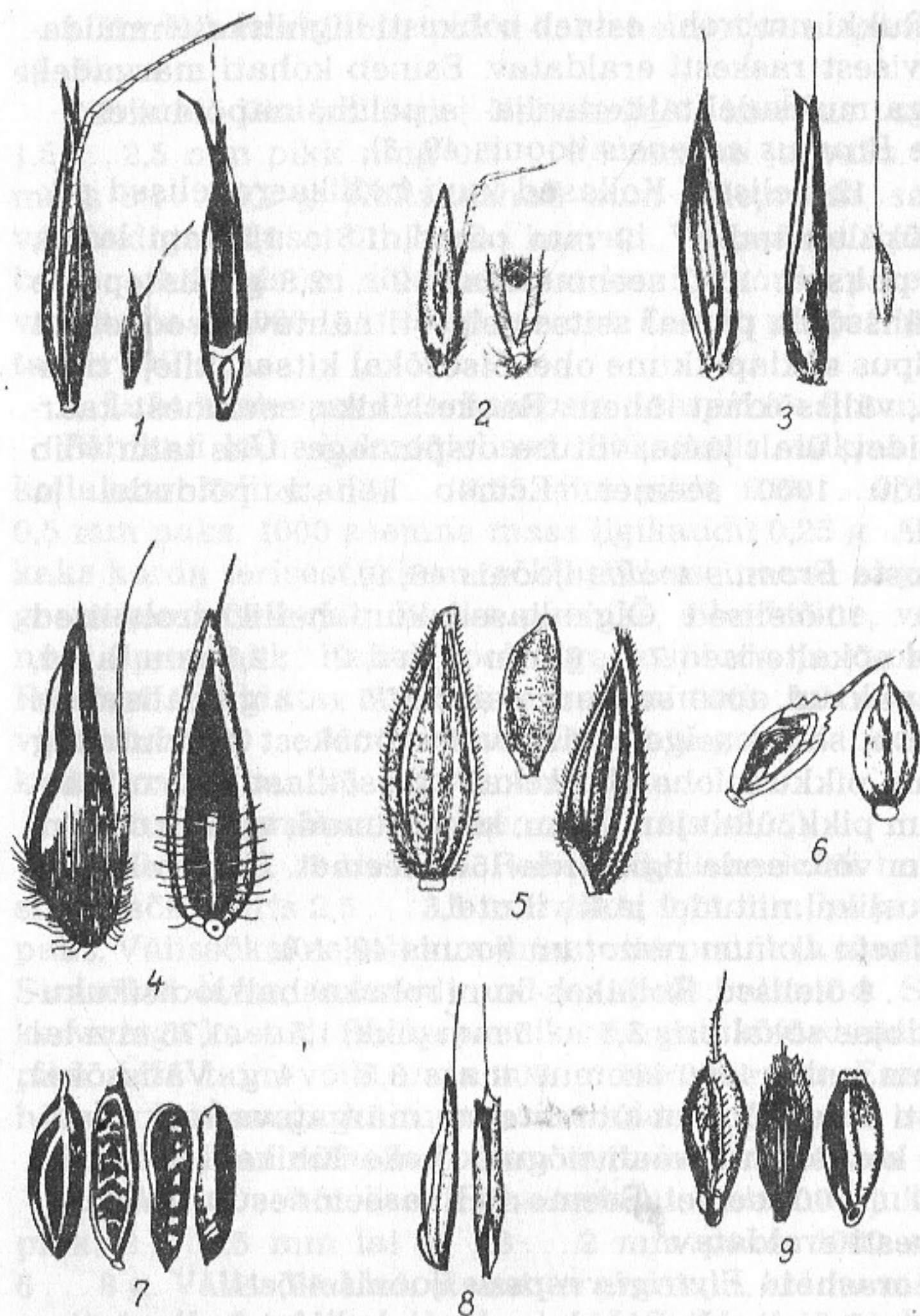
Pähikud 4...8-öielised. Kollakas- kuni rohekashall lootikukujuline pikliktalbjas sõkalteris 3,5...5 mm pikk, 1,5...1,75 mm lai ja 0,75...1 mm paks. 1000 seemne mass 3,5...4 g. Välissõkal tõmp, enamasti ohteta, harva lühiohteline, märgatava keskrooduga. Sisesõkal keskelt tugevasti nõgus, raoke lühike, lame. Üks taim annab 80...100 seemet. Seeme on linaseemnesuurune, lina külvisest raskesti eraldatav.

11. **Harilik orashein** *Elytrigia repens* (joonis 49, 11).

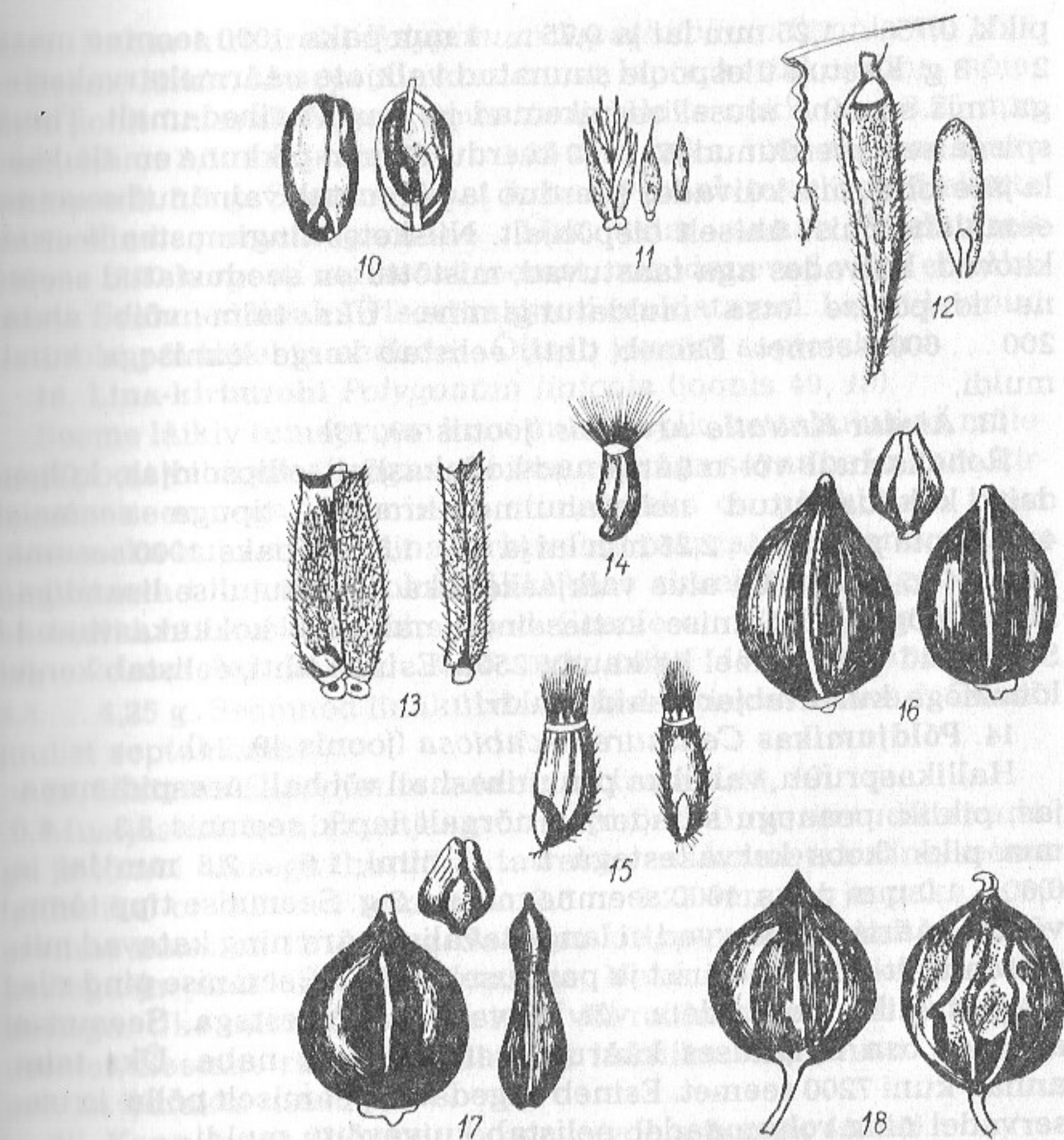
Pähikud 5...9-öielised. Rohekas- kuni kollakashall süstjas sõkalteris 6...10 mm pikk, 1,25...1,75 mm lai ja 1...1,25 mm paks. 1000 seemne mass 3...4 g. Välissõkal nahkjast, tõmbi või teravnenud tipuga, kas ohteta või 2...5 mm pikkuse ohtega, 5 rooduga. Sisesõkal 3/4 välissõkla pikkune, tugevate harjaskarvaste roodudega. Raoke varieeruva pikkusega, ülespoole jämenev, viltuse otspinnaga, peente karvakestega. Seemnematerjal esineb sageli terveid pähikuid või nende osi. Seeme raskesti eraldatav hariliku ja punase aruheina, ohtetu luste, keraheina ning kõrge raiheina külvisest. Üks taim võib anda kuni 1000 seemet. Orashein esineb ulatuslikult kõigil kõlvikutel, eriti aga põldudel.

12. **Harilik kurekael** *Erodium cicutarium* (joonis 49, 12).

Hallikaspruun kurfi pruun käävjas osaseemnis 4,25...6 mm.



Joonis 49. Umbrohtude seemned: 1 — liivkaer; 2 — tuulekaer; 3 — harilik rukkihein; 4 — luht-kastevars; 5 — murunurmikas; 6 — uimastav raihein; 7 — rukkiluste; 8 — põldluste; 9 — pehme luste; 10 — lina-raihein; 11 — harilik orashein; 12 — harilik kurekael; 13 — äiatar; 14 — põldjumikas; 15 — rukkilill; 16 — harilik kirburohi; 17 — kahar kirburohi; 18 — lina-kirburohi; 19 — idatatar; 20 — konnatatar; 21 — kärn-oblikas; 22 — harilik linnurohi; 23 — väike oblikas; 24 — valge hanemalts; 25 — põld-kaderohi; 26 — suur teeleht; 27 — põld-kukekannus; 28 — virn e. roomav madar; 29 — põldmadar; 30 — pehme madar; 31 — linavõrm; 32 — ristikuvõrm; 33 — varikanep; 34 — harilik punand; 35 — põld-linnutuder; 36 — harilik piimalill; 37 — põldsi-nep; 38 — põldrõigas; 39 — põld-kapsasrohi; 40 — põld-hiirehernes; 41 — ahtalehine hiirehernes; 42 — karvane hiirehernes; 43 — põldmünt; 44 — põldkannike; 45 — harilik käbihein; 46 — linatuder; 47 — põld-harakalatv; 48 — hiirekõrv; 49 — arujumi-



kaa; 50 — põldohakas; 51 — süstlehine teeleht; 52 — humallutsern; 53 — kollane me-sikas; 54 — harilik naat; 55 — harilik kassitapp; 56 — kirju kõrvik; 57 — täpiline sur-maputk; 58 — põld-litterhein; 59 — vesihein; 60 — valge pusurohi; 61 — oras-tähthein; 62 — harkjas põisrohi; 63 — põldmagun; 64 — suur nälghein; 65 — harilik nälghein; 66 — külvi-nälghein; 67 — hall kogelearohi; 68 — harilik karukeel; 69 — põld-lõosilm; 70 — harilik kesalill; 71 — valge karikakar; 72 — kollane karikakar; 73 — põld-piimohakas; 74 — harilik härjasilm; 75 — harilik raudrohi; 76 — harilik ristirohi; 77 — liiv-koertubakas; 78 — sügisene seauupp; 79 — harilik puju; 80 — paiseleht; 81 — harilik võilill; 82 — äiakas; 83 — harilik hiirehernes; 84 — villtakjas; 85 — harilik tõlkjas; 86 — väike robirohi; 87 — harilik kamaras; 88 — soo-nõianõges; 89 — kaar-kollakas; 90 — roomav tulikas;

pikk, 0,75 ... 1,25 mm lai ja 0,75 ... 1 mm paks. 1000 seemne mass 2 ... 3 g. Kaetud ülespoole suunatud valkjate näärmekarvakestega, mis seemne alusel on pikemad ja asuvad tihedamalt. Tipus spiraalselt keerdunud (5 ... 10 keerdu) 20 mm pikkune emakakaela jäte (ohe), mis kuivades keerdub ja põhjustab valminud seemne eemaleheitmist ühiselt õiepõhjalt. Niisketes tingimustes keerud kaovad, kuivades aga taastuvad, mistõttu on soodustatud seemne idupoolse otsa muldatungimine. Üks taim võib anda 200 ... 600 seemet. Esineb tihti, eelistab kerge lõimisega kuivi muldi.

13. *Äiatar Knautia arvensis* (joonis 49, 13)

Rohekashall või määrdunud-kollakashall ellipsoidjas, külgedelt kokkusurutud neljatahuline kroonja tipuga seemnis 4 ... 5 mm pikk, 2 ... 2,25 mm lai ja 1 ... 1,5 mm paks. 1000 seemne mass 4 g. Seemnise alus valkjaskollaka nupukujulise lisandiga. Naba nõgus. Seemnise katteseinad nahkjad, kokkukasvanud. Seemneid ühel taimel ligikaudu 2500. Esineb tihti, eelistab kerge lõimisega kuivi lubjarikkaid muldi.

14. *Põldjumikas Centaurea scabiosa* (joonis 49, 14).

Hallikaspruun, vahel ka pruunikashall või hall, äraspidimunajas, piklik, peaaegu silinderjas nõrgalt lapik seemnis 3,3 ... 4,0 mm pikk (koos karvakestega 5 ... 7 mm), 1,8 ... 2,3 mm lai ja 0,6 ... 1,0 mm paks. 1000 seemne mass 4,3 g. Seemnise tipp tõmp, väikese äärisega. Karvad ei lange tavaliselt ära ning katavad mitmerealiselt seemne äärist ja pappusekandjat. Seemnise pind sile, nõrgalt läikiv, karvadeta või harvade karvakestega. Seemnise alumise osa külgmises käärus asetseb piklik naba. Üks taim annab kuni 7200 seemet. Esineb sagedasti, peamiselt põllu- ja teeservadel ning rohumaadel, eelistab kuivavõitu muldi.

15. *Rukkilill Centaurea cyanus* (joonis 49, 15).

Seemnise ülaosa sinakas-, allosa kollakashall, piklik, äraspidimunajas, ülaosas ääris ja seemnisepikkune kuldoranž vahupintlisarnane harjaskroon. Seemnis 2,3 ... 4,5 mm pikk (koos karvakestega 4,5 ... 7 mm), 1,8 ... 2,3 mm lai ja 1 ... 1,8 mm paks. 1000 seemne mass 3 ... 4 g. Üks taim annab kuni 6500 seemet. Esineb eriti teraviljades ja sageli põldheinapõldudel.

16. *Harilik kirburohi Polygonum persicaria* (joonis 49, 16).

Seeme läikiv, tumepruun kuni must, kolmetahuline või lapik, tipus terav nokk, 2,25 ... 3 mm pikk, 1,25 ... 1,75 mm lai ja 0,75 ... 1,25 mm paks. 1000 seemne mass 2,7 ... 3,5 g. Seemne alust katab tavaliselt õiekatte jäte. Naba ümarik, õiekattega kaetud. Pind sile või peenemügaraline. Üks taim võib anda umbes 800 kergesti varisevat seemet. Laialt levinud umbrohi põldudel ja aedades. Õitseb juulist septembrini.

17. *Kahar kirburohi Polygonum lapathifolium* (joonis 49, 17).

Seeme läikiv, tumepruun kuni must, lapik, kettakujuline, mõlemalt poolt ümaralt nõgus, tipus tõmp lühike nokk, 2 ... 3,25 mm pikk, 1,5 ... 2,5 mm lai ja 0,5 ... 1,25 mm paks. 1000 seemne mass keskmiselt 3,5 g. Seemne alust ja naba katab tavaliselt õiekatte jäte. Pind peenemügaraline. Üks taim annab keskmiselt 800 ... 1300 kergesti varisevat seemet, mis idanevad väga ebaühtlaselt. Seemned linakülvisest raskesti eraldatavad. Laialt levinud umbrohi põldudel ja aedades. Õitseb juunist septembrini.

18. *Lina-kirburohi Polygonum linicola* (joonis 49, 18).

Seeme läikiv tumepruun kuni must, lapik, kettakujuline, mõlemalt poolt veidi ümarnõgus või tasane, väga sarnane kahara kirburohu seemnega. Peamiseks erinevuseks on pähklikese tipus oleva noka kuju, mis on lina-kirburohul märgatavalt teravam. Ka ümbritsevad lina-kirburohu pähklikese alumist osa sageli rohekashallid välisõiekatte lehekesed. Seeme on 2,3 ... 3,5 mm pikk, 1,5 ... 2 mm lai ja 0,5 ... 0,75 mm paks. 1000 seemne mass 3,5 ... 4,25 g. Seemned linakülvisest raskesti eraldatavad. Õitseb juulist septembrini.

19. *Idatatar Fagopyrum tataricum* (joonis 49, 19).

Mustjashall kuni mustjaspruun, lainjate ümardunud servadega ja tõmbi alusega (harilikul tatral terav) kolmetahuline seeme (pähklike) on 3,5 ... 5 mm pikk, 2,5 ... 3,25 mm lai ja paks. 1000 seemne mass on 12 ... 20 g. Seemne külgpinnad keskelt pikivõrkkestega ja pind konarlik-kortsuline. Naba tavaliselt kaetud õiekattega. Üks taim võib anda 1000 või rohkem kergesti varisevat seemet. Seemne raskesti eraldatav hariliku tatra, nisu- ja osaliselt ka odrakülvisest.

20. *Konnatatar Polygonum convolvulus* (joonis 49, 20).

Tuhmmust kolmetahuline seeme (pähklike) on 2,5 ... 3,5 mm pikk ning 1,75 ... 2,75 mm lai ja paks. 1000 seemne mass 3,5 ... 4,5 g. Seemne ülaosa on terav, külgpinnad nõgusad ja peente pikitriipudega. Naba lame, ringikujuline vallike kollane. Seeme on sageli ümbritsetud pruunikate või rohekashallide välisõiekatte lehekestega. Üks taim annab 1000 või rohkem seemet. Seeme sarnaneb suuruselt tatra seemnega ja seda on külvisest raske välja puhastada. Levinud umbrohi põldudel ja aedades. Õitseb juunist septembrini.

21. *Kärnoblikas Rumex crispus* (joonis 49, 21).

Punakaspruun, läikiv kolmekandiliselt munajas tõmbi- või teravatipuline seeme (pähklike) on 2 ... 3 mm pikk, 1,5 ... 2 mm lai ja 1 ... 2 mm paks. 1000 seemne mass keskmiselt 1,75 g. Pähklikese kantidel on kitsas ääris. Seemnenaba väike, rõngakujuline. Üks taim annab 3500 ... 5000 seemet. Kärnoblika seemned on

raskesti eraldatavad ristikute, lutsernide, hariliku timuti, punase aruheina ja karjamaa-raiheina külvisest. Esineb sageli põldudel, rohu- ja jäätmaadel. Õitseb juulis, augustis.

22. Harilik linnurohi *Polygonum arenastrum* (joonis 49, 22).

Tumepunakaspruun või tumekirsipruun kolmekandiline kahe kumera ja ühe nõgusa külgpinnaga seeme (pähklike) on 2,25 ... 3 mm pikk, 1 ... 1,8 mm lai ja 0,75 ... 1,25 mm paks. 1000 seemne mass keskmiselt 2,7 g. Naba ümarik, tavaliselt kaetud õiekatte jättega. Pind peenemügaraline, peenevaoline, nõrgalt läikiv või matt. Üks taim annab kuni 2200 või enam seemet. Seeme on raskesti eraldatav ristikute ja lutsernide külvisest. Esineb sageli kuivavõitu väheviljakatel põldudel ning õuedes ja teeäärtes. Õitseb juulist septembrini.

23. Väike oblikas *Rumex acetoselle* (joonis 49, 23).

Punakaspruun (vaskpunane), noorelt läikiv, vanemalt matt, kolmetahuline, veidi kumerate külgedega, otstest teravnenud seeme (pähklike) on 0,75 ... 1,25 mm pikk, 0,75 ... 1,25 mm lai ja 0,5 ... 1 mm paks. 1000 seemne mass 0,25 ... 0,3 g. Seemne alusel sageli välisõiekatte lehekesed. Üks taim annab 1000 ... 2500 seemet. Seeme on raskesti eraldatav lutsernide ja ristikute (eriti roosa ja valge ristiku), hariliku timuti ja aasnurmika külvisest. Esineb kõikjal, eriti aga liivastel ja happelistel muldadel. Õitseb juunist augustini.

24. Valge hanemalts *Chenopodium album* (joonis 49, 24).

Seeme (pähklike) tumepruun kuni must, läikiv, ovaalne, lapik, läbimõõt 1,5 ... 1,75 mm ja paksus 0,75 mm. 1000 seemne mass 1,2 ... 1,5 g. Naba on pähklikese keskel hästi nähtava ümariku rõngakujulise tüükana. Pind peenemügaraline, sageli kaetud õhukese peenkileja läbipaistva viljakattega, mis on kergesti mahahõõrutav. Üks taim võib akad. A. Maltsevi andmetel anda kuni 100 000 seemet. Põldudel ja aedades üks enam levinud umbrohte. Õitseb juulist septembrini.

25. Põld-kaderohi *Scleranthus annuus* (joonis 49, 25).

Helepruun (vahel roheka varjundiga) ovaalne lapik seeme (pähklike) on 3 ... 3,5 mm pikk ja 1,5 ... 1,75 mm lai ja paks. 1000 seemne mass 1,75 ... 2,5 g. Seemne pind kurruline. Üks taim võib anda kuni 2500 seemet. Esineb sageli happelistel ja kerge lõimise-ga muldadel. Indikaatortaim. Õitseb maist septembrini.

26. Suur teeleht *Plantago major* (joonis 49, 26).

Tume- või rohekaspruun mitmetahuline (selg peaaegu lame, kõhupool veidi kumer) seeme on 0,75 ... 1,25 mm pikk, 0,5 ... 0,75 mm lai ja 0,25 ... 0,5 mm paks. 1000 seemne mass keskmiselt 0,3 g. Seemne pind seljal peenekortsuline, kõhtmine külg peenevaoline, matt või nõrgalt läikiv. Naba valge, ümbritsetud kitsa

rõngaga. Üks taim annab kuni 6000 seemet. Levinud peamiselt teeäärtes, õuedel, murudel, kuid ka põldudel ja aedades. Õitseb juunist oktoobrini.

27. Põld-varesjalg (põld-kukekannus) *Delfinium consolida* (joonis 49, 27).

Mustjaspruun kuni must kolmetahuline munajas seeme on 2,25 mm pikk ning 1,25 mm lai ja paks. 1000 seemne mass 1,8 ... 2 g. Seemnenaba on alusel selgelt nähtav. Seemne pind põikipidi tihedalt kaetud rasvaselt läikivate lühikeste nahkjate rõõbiaste soomustega, käbisarnane. Sisaldab mürgist ainet delfiniidi. Üks taim võib anda 200 ... 4100 seemet. Esineb peamiselt taliteraviljapõldudel, harvemini põldheinapõldudel ja mujal. Õitseb juulis.

28. Virn- e. roomav madar *Galium aparine* (joonis 49, 28).

Rohekashall kuni hallikaspruun ovaalne seeme (osapähklike) on 1,75 ... 3 mm pikk, 1,25 ... 2,25 mm lai ja 1,5 ... 1,75 mm paks. 1000 seemne mass umbes 3,3 g. Seeme on külgedelt neerjas, selgmiselt kerajas, kõhtmiselt nõgus, sügava küüruga. Ovaalne vallikestega ümbritsetud naba paikneb kõhupoolses käärus. Seemne pinnal valged kühmud, millel asetsevad haakjad ogad. Külvisel hulgas võivad ogad olla murdunud. Üks taim annab 300 ... 400 seemet. Esineb sageli aedades, põldudel, prahipaikadel ja jäätmaadel. Õitseb juunist septembrini.

29. Põldmadar *Galium spurium* (joonis 49, 29).

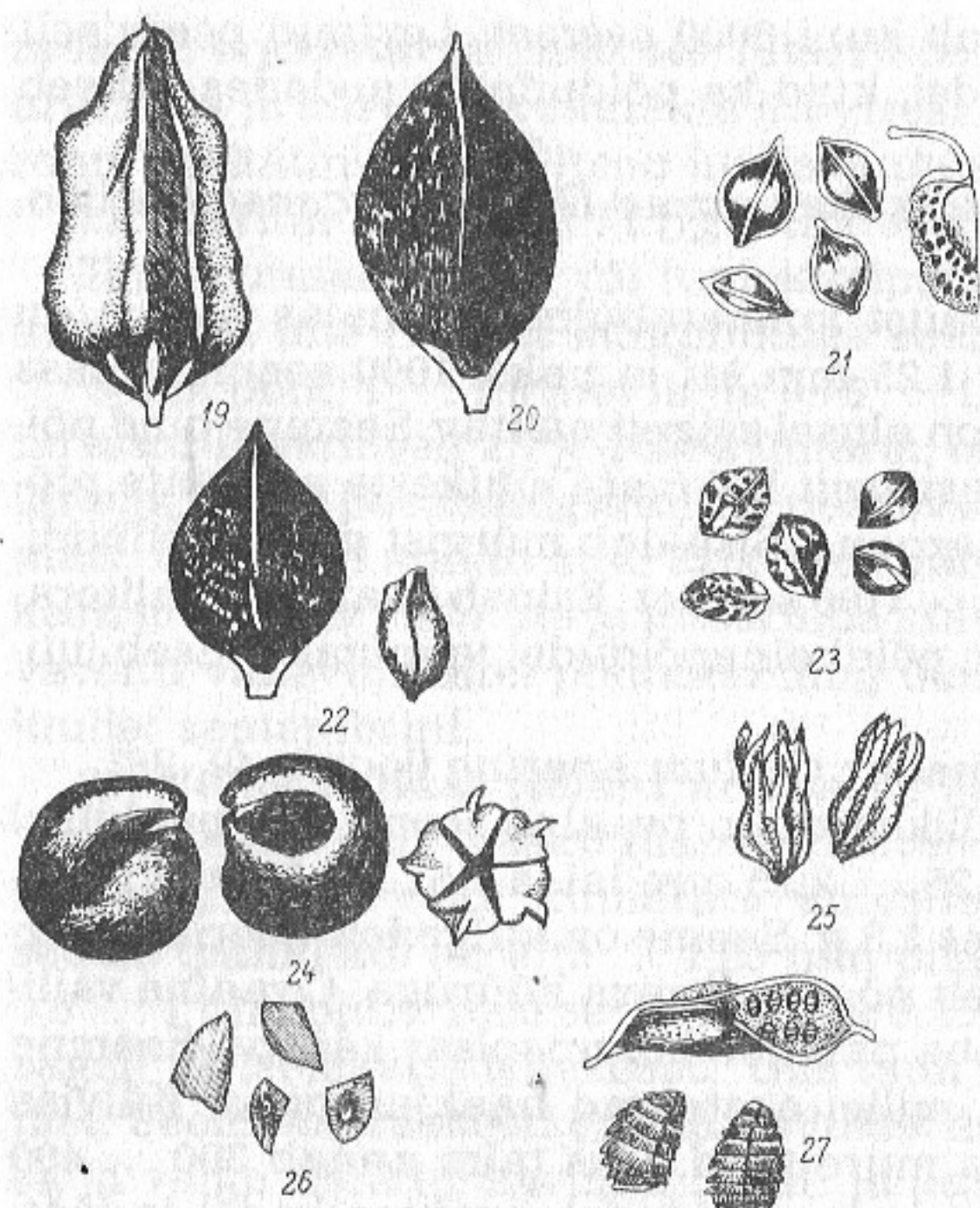
Hall või hallikaspruun ovaalne (laielliptiline) seeme (osapähklike) 1,5 ... 2,75 mm pikk, 1 ... 2 mm lai ja 1,25 ... 1,5 mm paks. 1000 seemne mass keskmiselt 3 g. Vallikestega ümbritsetud ovaalne naba asub kõhupoolses käärus. Seemne pind tihedalt kaetud haakjate ogadega, mis vanematel seemnetel võivad külvises olla murdunud. Üks taim võib anda 300 ... 400 seemet. Esineb sageli, peamiselt aedades, põldudel ja jäätmaadel. Õitseb juunist septembrini.

30. Pehme madar *Galium mollugo* (joonis 49, 30).

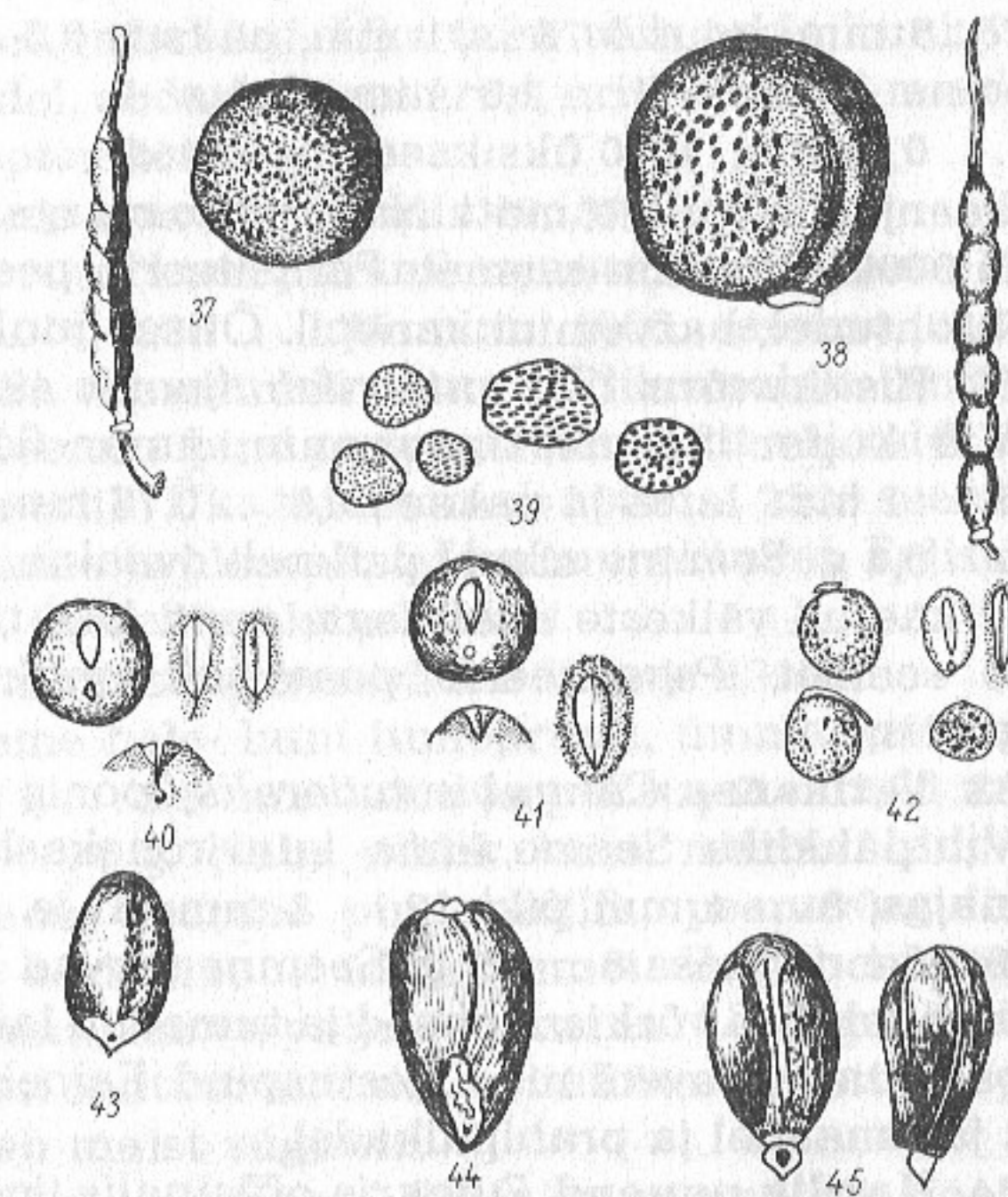
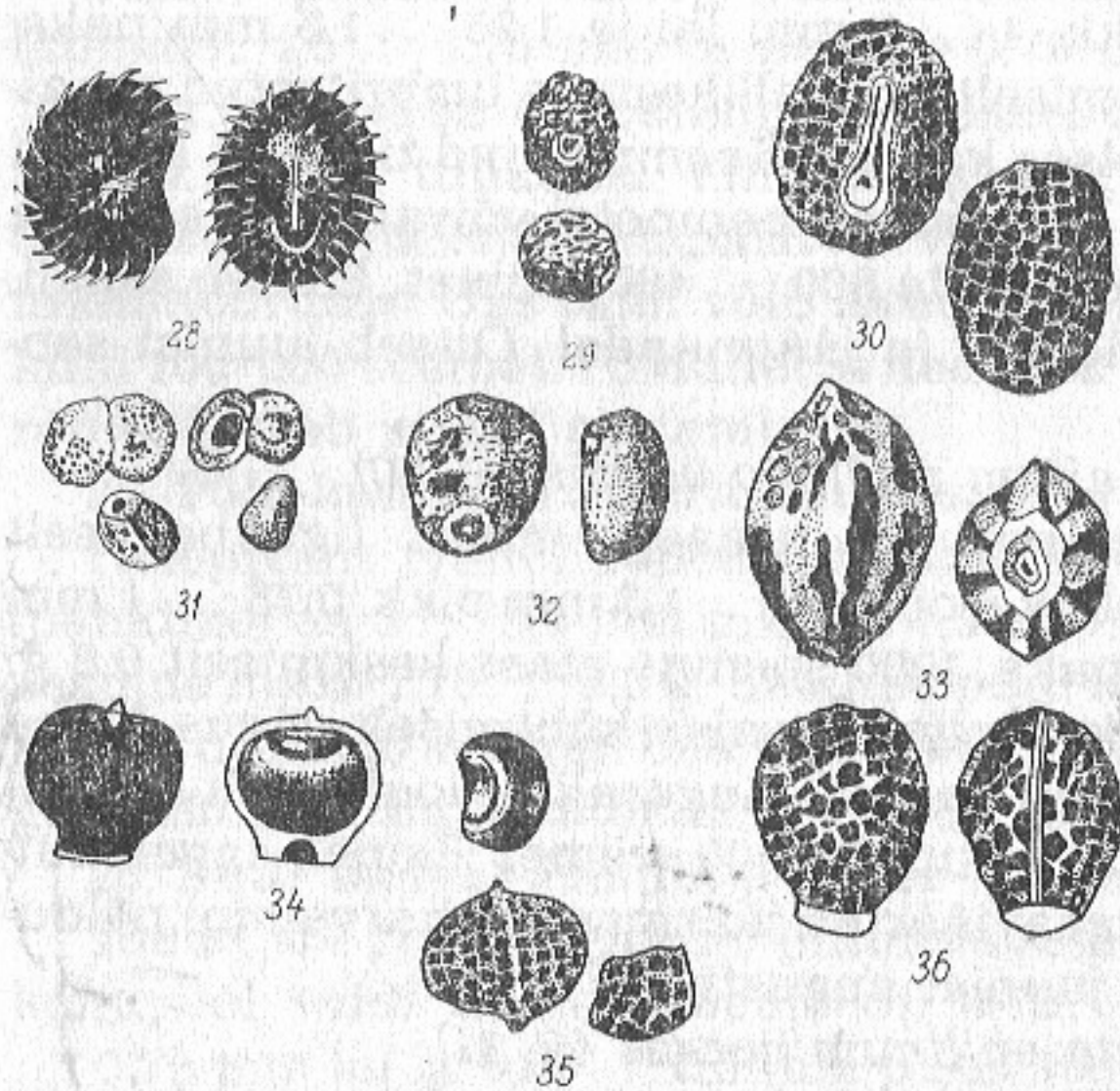
Pruun, pruunikaspruun või peaaegu must, ligilähedaselt ovaalne seeme (osapähklike) on 1,25 ... 1,5 mm pikk, 0,75 ... 1 mm lai ja 0,75 ... 1,25 mm paks. 1000 seemne mass keskmiselt 0,8 g. Seemne külgedelt neerjas, seljalt kerajas, kõhtmiselt nõgus. Naba asub sügavas käärus. Pind augulis-mügaraline, looklevalt kortsuline, matt. Üks taim annab kuni 20 000 seemet. Esineb sageli kuivadel nõlvadel, tee- ja kraaviäärtes, jäätmaadel, harvemini põldudel ja aedades. Õitseb juunist augustini.

31. Linavõrm *Cuscuta epilinum* (joonis 49, 31).

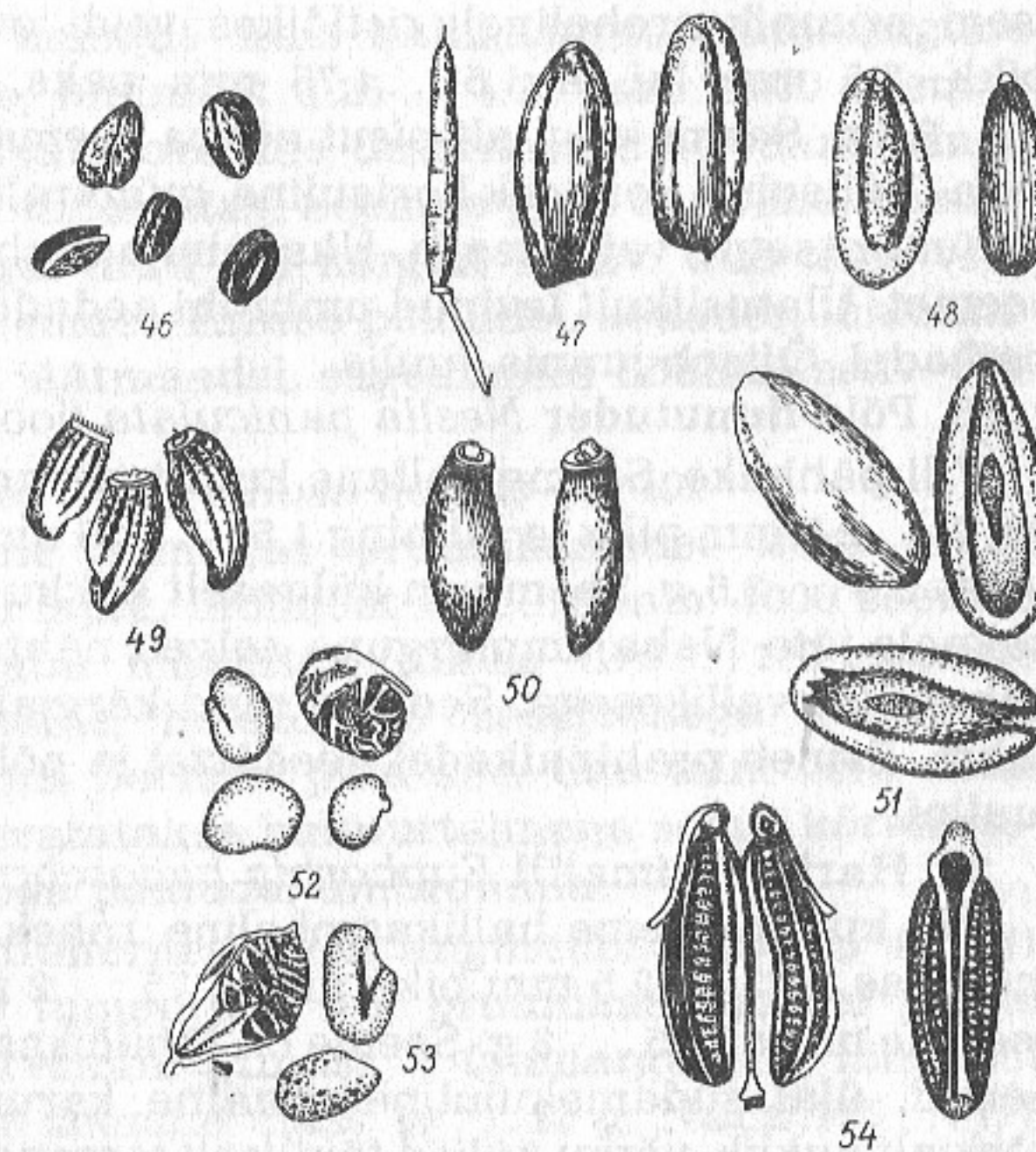
Rohekashallid kuni pruunid ebakorrapäraseks ovaalsed seemned on sageli kaheksa- või kolmelehelised kokku kasvanud. Üksikseemne pikkus



Joon. 49



Joon. 49



1...1,5 mm, laius 0,75...1 mm, paksus 0,5...0,75 mm. Kaksikseemne pikkus 2...2,5 mm, laius 1...1,25 mm ja paksus 0,5...0,75 mm. 1000 üksikseemne mass 1...1,25 g. Seemne pind on käsnjalt auguline, matt. Naba vähe märgatav. Üks taim annab kuni 3000 või enam seemet. Parasiteerib peamiselt linal ja selle umbrohtudel, harvemini kanepil. Õitseb juulis, augustis.

32. Ristikuvõrm *Cuscuta trifolii* (joonis 49, 32).

Vili kupar. Seeme tumepruun, ümar (laielliptiline), pikkus 0,75...1 mm, laius ja paksus 0,5...0,75 mm. 1000 seemne mass 0,3...0,4 g. Seemne alusel paikneb ovaalne lame naba. Seemne pind kaetud väikeste aukudega, matt. Üks taim võib anda kuni 2500 seemet. Parasiteerib peamiselt ristikutel. Õitseb juulis, augustis.

33. Varikanep *Cannabis ruderalis* (joonis 49, 33).

Vili pähklike. Seeme tume- kuni rohekashall, ellipsoidjas või munajas, 3...4 mm pikk, 2...3 mm lai ja 1,8...2,8 mm paks. 1000 seemne mass 8...15 g. Seemne servad kitsaste roogudega. Pinnal heledad võrkjad jooned ja tumedad laigud. Seemne alusel naba kohal väljaveninud liigestuspind. Esineb meil harva, peamiselt jäätmaadel ja prahipaikadel.

34. Hallik punand *Fumaria officinalis* (joonis 49, 34).

Vili pähklike. Seeme rohekashall kuni rohekaspruun (vahel isegi pruunikasroheline), ristlõikes veidi ovaalne, 2...2,5 mm pikk, 2,5 mm lai ja 1,5...1,75 mm paks, 1000 seemne mass 3...3,5 g. Seeme on ülalt pisut nõgus ja emakakaela väikese jätega. Välispind konarlik-kortsuline, mügaraline, matt. Hele naba on ümbritsetud vallikesega. Üks taim annab kuni 1500 või enam seemet. Ulatuslikult levinud umbrohi aedades, põldudel ja prahipaikadel. Õitseb juunis, juulis.

35. Põld-linnutuder *Neslia paniculata* (joonis 49, 35).

Vili pähklike. Seeme kollane kuni tumepruun, munajasovaalne, 2...2,5 mm pikk ja lai ning 1,5...2,25 mm paks. 1000 seemne mass 2,5...3,5 g. Seeme on külgedelt kokku surutud, tipus emakakaela jäte. Naba ümmargune, selgelt nähtav, ümbritsetud rõngakujulise vallikesega. Seemne pind kõrgjalt auklik, augu põhi tuhm. Esineb prahipaikadel, teeäartel ja põldudel. Õitseb maist juulini.

36. Hallik piimalill *Euphorbia helioscopia* (joonis 49, 36).

Vili kupar. Seeme hallikasroheline, rohekaspruun kuni must, munajas, 1,75...2,5 mm pikk ning 1,75...2 mm lai ja paks. 1000 seemne mass 2,75...3 g. Seeme on läbilõikes ümarik, alusel laienenud, ülal südamekujuline ovaalne karunkul. Seemne pind võrkjalt auklik, võrgu küljed täkiliselt teravnenud, võrgu sisepind kare, matt. Seemneõmblus kiilukujuline, asub kõhtmisel küljel.

Sisaldab mürgist ainet enforbiini. Üks taim võib anda kuni 650 seemet. Esineb põldudel, aedades, teeäartel, eriti kergetel muldadel. Õitseb juunist septembrini.

37. Põldsinap *Sinapis arvensis* (joonis 49, 37).

Vili kõder. Seeme pruun kuni pruunikasmust, ümmargune või nõrgalt lapik, läbimõõt 1,25...1,75 mm. 1000 seemne mass 1,8...2 g. Seemnenaba vaevalt märgatav, piklikovaalne, ümbritsetud valge ringiga. Seemne pind peaaegu sile, matt või veidi läikiv, peenetäpiline, konarlik. Üks taim annab 2000...2300 seemet. Esineb põldudel, aedades ja lühiealistel kultuurniitudel. Eelistab karbonaatseid muldi. Õitseb maist sügiseni.

38. Põldrõigas *Raphanus raphanistrum* (joonis 49, 38).

Vili lühikõder. Seeme hele- kuni tumepruun, ümmargune või nõrgalt lapik, pikkus 2...2,5 mm, laius ja paksus 2...2,25 mm. 1000 seemne mass 4...8 g. Naba piklik, hästi nähtav. Idujuur asub märgatavas vaos. Seemne pind auklik, peenevõrguline, matt. Üks taim võib anda 150...2500 seemet. Esineb külvises enamasti kõdra lülidena, harva palja seemnena. Levib põldudel, aedades ja lühiealistel kultuurniitudel, eriti Lõuna-Eesti happelistel muldadel. Õitseb maist sügiseni.

39. Põld-kapsasrohi e. naerishein *Brassica campestris* (joonis 49, 39).

Vili kõder. Seeme mustjas- kuni hallikaspruun, ümmargune või nõrgalt nurgeline, läbimõõt 1,25...1,75 mm. 1000 seemne mass keskmiselt 2 g. Naba ovaalne, ümbritsetud heledama ringiga. Idujuur enamasti täheldatav. Seemne pind kärjeline, kaetud sageli hallika kirmega, matt või nõrgalt läikiv. Üks taim võib anda 1000...20 000 seemet. Esineb põldudel, aedades, lühiealistel kultuurniitudel ja jäätmaadel, sagedamini Lõuna-Eestis. Õitseb juunist sügiseni.

40. Põld-hiirehernes *Vicia villosa* (joonis 49, 40).

Vili kaun. Seemne sametjas pruunikasmust kuni must, ümmargune või veidi lapik, läbimõõt 2,5...3 mm. 1000 seemne mass 15...20 g. Naba märgatav, lühike (1/6...1/8 seemne ümbermõõdust), ovaalne, helekollase keskjoonega. Mõhnake asetses väikeses lohus. Seemne pind sile. Üks taim võib anda kuni 350 seemet. Kasvatatakse kultuurtaimena segus kõrreliste-ga. Kohati võib esineda põldudel umbrohuna.

41. Ahtalehine hiirehernes *Vicia angustifolia* (joonis 49, 41).

Vili kaun. Seeme tumepruun või pruunikasrohelisel põhjal pruunitäpiline, harvemini must, ümmargune, läbimõõt 2,25...3,25 mm. 1000 seemne mass 10...12 g. Naba 1/5...1/6 seemne ümbermõõdust, piklik, ülemises osas veidi laienenud, he-

lekollane. Üks taim võib anda kuni 400 seemet. Esineb aedades, põldudel, niitudel ja jäätmaadel.

42. Karvane hiirehernes *Vicia hirsuta* (joonis 49, 42).

Vili kaun. Seeme läikiv, hallikasroheline (vanal pruunikas), marmorjalt tumepruunide kuni mustade laikude ja täppidega, enam-vähem ümmargune, pikkus ja laius 1,5 ... 3 mm, paksus 1,5 ... 2,5 mm. 1000 seemne mass 5 ... 10 g. Naba pruun, pikk, 1/4 seemne ümbermõõdust. Naba kohal 2 mm pikkune pruun liistak – seemnealgme jala jäte. Üks taim võib anda 230 või enam seemet. Esineb põldudel, rohu- ja jäätmaadel. Eelistab kerge lõimise ga muldi.

43. Põldmünt *Mentha arvensis* (joonis 49, 43).

Seeme helekollakashall või helepruun, ovaalne, nõrgalt kolmetahuline, tipult ümardunud, pikkus 0,75 ... 1,25 mm, laius ja paksus 0,5 ... 1 mm. 1000 seemne mass keskmiselt 0,75 g. Seemne alusel asuv naba on valkjas, suur, kolmetahuline. Seemne pind peenetäpilise, matt. Üks taim annab 200 ... 6500 seemet. Tülikas ja raskesti tõrjutav umbrohi aedades ja põldudel. Õitseb juulist septembrini.

44. Põldkannike *Viola arvensis* (joonis 49, 44).

Vili kupar. Seeme läikiv, kollane, kollakaspruun kuni pruun, äraspidimunajas, pikkus 1,25 ... 1,75 mm, laius ja paksus 0,75 ... 1 mm. 1000 seemne mass keskmiselt 0,5 g. Seemne alusel selgelt märgatav naba, mille läheduses asub valge lisand. Kõhtmisel küljel tume pikiõmblus. Seemne pind peenekortsuline. Üks taim annab kuni 3000 seemet. Seeme heinaseemnete külvisest raskesti eraldatav. Esineb põllul, aias ja jäätmaadel. Eelistab kerge lõimisega muldi. Õitseb aprillist septembrini.

45. Harilik käbihein *Prunella vulgaris* (joonis 49, 45).

Seeme läikiv, helepruun, harvemini pruun, äraspidimunajas, nõrgalt kolmetahuline, 1,5 ... 2,3 mm pikk, 0,75 ... 1,25 mm lai ja 0,5 mm paks. 1000 seemne mass 0,8 g. Seemne tipp ümarik, alus ahenenud. Seljatahk lai, nõrgalt kumer, kahe pisut esilekerkiva peaaegu rõõbitise rookujulise vallikesega, mis aluse suunas muutuvad kiilutaoliseks lisandiks. Kõhupoolel kaks tahku. Naba punktikujuline, asetseb kõhtmisel küljel tahkude vahel kiilukujulises lisandis. Seemne pind sile, peenemügaraline. Üks taim annab kuni 350 seemet. Seeme ristikute, lutserni- ja timutikülvisest raskesti eraldatav. Esineb sageli, eriti mitmeaastastel põldheinapõldudel. Õitseb maist septembrini.

46. Linatuder *Camelina alyssum* (joonis 49, 46).

Vili kõdrake. Seeme hele- kuni tumekollakaspruun, kitsasellipiline või munajas, külgedelt kokku surutud, kahe vaoga, 2,5 ... 2,8 mm pikk, 1,5 mm lai ja 1,3 mm paks. 1000 seemne mass

1,7 ... 2,8 g. Naba seemne alusel põhivärvusest tumedam, idujuur selgimise asetusega. Seemne pind peenemügaraline. On lina umbrohi ja esineb sageli.

47. Põld-harakalatv *Erysimum cheiranthoides* (joonis 49, 47).

Vili kõder. Seeme matt, kollakaspruun, piklikmunajas, lame-ovaalne või nurgeline, 1,25 ... 1,75 mm pikk, 0,5 ... 0,75 mm lai ja paks. 1000 seemne mass keskmiselt 0,4 g. Seemne alusel paikneb naba, millel on must täpp ja mida katab vaevalt märgatav valge kile. Idujuur idulehtedepikkune või pikem. Idulehtedel kuni 3/4 seemne pikkuseni ulatuv selgelt märgatav vagu. Seemne pind nõrgalt mügaraline. Üks taim annab 2000 ... 5000 seemet. Raskesti eraldatav peeneseemneliste heintaimede külvisest. Esineb sageli põldudel, aedades, prahipaikadel ja jäätmaadel. Õitseb maist septembrini.

48. Hiltrekõrv *Capsella bursa-pastoris* (joonis 49, 48).

Vili kõdrake. Seeme nõrgalt läikiv, kollakaspruun, hele või tumekollane, alusel veidi tumedam, piklik- või lameovaalne, 0,75 ... 1 mm pikk, 0,5 mm lai ja 0,25 mm paks. 1000 seemne mass 0,1 ... 0,15 g. Alusel paikneb valge kilega kaetud tumepruun naba. Selgimise asetusega idujuure ja idulehtede vaheline vagu kulgeb seemne laiemal küljel tipust aluseni. Seemne pind peenemügaraline. Üks taim annab 2000 ... 7000 seemet. Esineb peamiselt peeneseemneliste heintaimede külvises. Esineb põldudel ja aedades. Õitseb maist sügiseni.

49. Arujumikas *Centaurea jacea* (joonis 49, 49).

Vili seemnis, esineb ka külvises. Seemnis läikiv, rohekashall, ülaosas pruunikashall, piklikmunajas, nõrgalt lapik, 2,5 ... 3,75 mm pikk, 1,5 mm lai ja 1 mm paks. 1000 seemne mass keskmiselt 3 g. Naba asetseb seemnise alumise otsa külgmises käärus. Seemni- se pind peenekortsuline, kaetud lühikeste harvade karvakestega. Kujult meenutab seemnis rukkililleseemnist, kuid pappuse harjad puuduvad. Üks taim võib anda kuni 2800 seemet. Esineb sageli rohumaadel ja jäätmaadel, harvemini põldudel. Õitseb juulist septembrini.

50. Põldohakas *Cirsium arvense* (joonis 49, 50).

Vili seemnis, esineb ka külvises. Seemnis nõrgalt läikiv, hele- kuni punakaspruun, piklikovaalne, külgedelt kokku surutud, sageli kõverdunud, 2,5 ... 3,5 mm pikk, 0,75 ... 1 mm lai ja 0,75 mm paks. 1000 seemne mass keskmiselt 2 g. Viljanaba väike, ovaalne. Ülaosa kergesti äralangev pappus, mis seemnete hulgas tavaliselt puudub. Pappuse kärvad valged, sulgjad ja 20 mm pikad. Seemne tipp emakakaela jättega, mida ümbritseb rõngakujuliselt terav ääris. Alus kiilukujuline. Pind sile, vaevalt märgatavalt pikivaoline. Üks taim annab keskmiselt 3000, mõnikord

kuni 40 000 seemet. Üsna raskesti tõrjutav umbrohi. Esineb peamiselt põldudel, aedades ja jäätmaadel. Õitseb juulist septembrini.

51. Süstlehtine teeleht *Plantago lanceolata* (joonis 49, 51).

Vili kaheseemneline kupar. Seeme läikiv, kollakas- kuni tumepruun, ellipsoidne või munajas, 2,25 ... 3,25 mm pikk, 0,75 ... 1,25 mm lai ja 0,5 ... 0,75 mm paks. 1000 seemne mass keskmiselt 1 g. Köhtmine naba tume, ümarovaalne. Seeme kumera seljaga, sisepoolne külg (nabapoolne) nõgus ning sissekeerdunud servadega. Seemne pind sile või punktiline, piki selga heledam vöö. Üks taim annab kuni 5000 seemet. Raskesti eraldatav väikeseseemneliste heintaimede (ristikud, timut jt) külvisest. Esineb nii happelistel, neutraalsetel kui ka karbonaatsetel muldadel ja peamiselt karjamaadel, jäätmaadel ning põldheinapõldudel. Õitseb maist septembrini.

52. Humallutsern *Medicago lupulina* (joonis 49, 52).

Vili kaunake. Seeme enamasti nõrgalt läikiv, kollane kuni rohekaskollane või pruun, ovaalne või munajas, nõrgalt lapik (aokujuline), 1,5 ... 2 mm pikk, 1 ... 1,5 mm lai ja 0,8 ... 1,2 mm paks. 1000 seemne mass 1,5 ... 1,8 g. Idujuur vähe nähtav, 1/2 ... 2/3 idulehtede pikkune, asetseb tihedalt idulehtede ligi, sageli rohekam. Üks taim võib anda 5500 seemet. Punase ristiku ja hariliku, hübriid- ning sirplutserni külvisest raskesti eraldatav. Esineb looduslikel kuivadel karjamaadel, niitudel ja jäätmaadel, kuid ka põldudel; eriti sage karbonaatsetel muldadel.

53. Kollane mesikas *Melilotus officinalis* (joonis 49, 53).

Vili kaunake. Seeme rohekas- kuni pruunikaskollane, vananenult punakaspruun, piklikovaalne, 2,5 ... 3,5 mm pikk, 1,75 ... 2,25 mm paks. 1000 seemne mass 1,75 ... 2 g. Naba ümmargune, väike, hele ja paikneb idujuure tipu all. Idujuur tihedalt idulehtede vastas. Seemne pind sile või nõrgalt mügaraline. Üks taim võib anda kuni 17 000 seemet, mis sisaldavad kumariini. Esineb nagu valge mesikaski kohati põllupeenardel, teeäärtes ja teistel jäätmaadel.

54. Harilik naat *Aegopodium podagraria* (joonis 49, 54).

Vili seemnis, millena satubki mulda. Seemnis tumepruun, punaka varjundiga (roided, ühenduskoht ja nokk helepruunid), silindrikujuline, viietahuline, 3,5 ... 4,5 mm pikk, 1 ... 1,5 mm lai ja paks. 1000 seemne mass 1,5 ... 2 g. Seemnisel 5 lainelist roiet, neist 3 seljal ja 2 vastasküljel kummalgi pool ühenduskohta. Tipp lühikese nokaga ja sageli kuivanud emakakaelajättega. Pind roiete vahel kortsulis-krobeline. Üks taim annab kuni 2800 seemet. Väga sageli esinev umbrohi aedades, parkides ja rohumaaadel.

harvemini põldudel. Eelistab huumusrikkaid muldi. Õitseb juulis, juulis.

55. Harilik kassitapp *Convolvulus arvensis* (joonis 49, 55).

Vili kupar. Seeme tumehall kuni mustjaspruun, äraspidimuna- ja nõrgalt kolmetahuline, tipu suunas ümara kujuga, aluse suunas veidi järsemalt ahenenud, 2,5 ... 3,5 mm pikk, 2 ... 2,5 mm lai ja 1,5 ... 2 mm paks. 1000 seemne mass 5 ... 6 g. Alusel olev naba on viltune ja ümarik ning paikneb sügaval. Seemne pind peeneko- harilik, ühe kumera ja kahe nõgusa külgpinnaga. Üks taim annab kuni 6000 seemet. Esineb üsna sageli põldudel, aedades ja jäätmaadel. Õitseb juunist septembrini.

56. Kirju kõrvik *Galeopsis speciosa* (joonis 49, 56).

Vili pähklike, esineb külvises ja mujal. Osapähklike marmor- tähniliselt pruunikas- või tumehall, äraspidimunajas, aluse suu- nas ebaselgelt kolmetahuline, nõrgalt lamenenud, 3 ... 3,5 mm pikk, 2 ... 2,5 mm lai ja 1,25 ... 1,5 mm paks, 1000 seemne mass 5 ... 6 g. Alusel paiknev suur heledam naba on vildak, kolme ümara nurgaga. Seemne pind mügaraline, tähniliste tüügastega. Üks taim võib anda 200 ... 3500 seemet. Esineb sageli põldudel, aedades ja jäätmaadel. Õitseb juunist augustini.

57. Täpiline surmaputk *Conium maculatum* (joonis 49, 57).

Vili osaseemnis, esineb külvises ja mujal. Osaseemnis kollakas- või rohekashall kuni helepruun, piklikmunajas, ebakor- rapäraselt viietahuline, 3 ... 3,75 mm pikk, 1,25 ... 2 mm lai ja 1,25 ... 1,75 mm paks. 1000 seemne mass 2 ... 2,5 g. Seemnisel 5 kiilutaoliselt lainjat roiet, millest 3 asuvad seljal ja kaks külgmis- tel servadel. Vaod roiete vahel laiad, sirged. Pind kortsuline, nõr- galt mügaraline. Üks taim võib anda kuni 1300 seemet. Esineb harva, peamiselt aedades ja jäätmaadel. Õitseb juulis, augustis.

58. Põld-litterhein *Thlaspi arvense* (joonis 49, 58).

Vili kõdrake. Seeme punakaspruun kuni must, ovaalne, lapik, 1,5 ... 2,25 mm pikk, 1,2 ... 1,5 mm lai ja 0,5 ... 0,75 mm paks. 1000 seemne mass 1,25 ... 1,75 g. Naba seemne alusel paikneva kahe hambakese vahel. Seemne pind äärega rõõbiti kulgeva 6 ... 8 kaaretaolise rooduga, mis liituvad seemnenaba juures. Rood nõr- kade põiksoontega. Seeme ristiku- ja lutsernikülvisest raskesti eraldatav. Esineb sageli põldudel ja aedades. Õitseb maist septembrini.

59. Vesihein *Stellaria media* (joonis 49, 59).

Vili kupar. Seeme hallikas- kuni tumepruun, ümarlapik, nõr- galt neerukujuline, 0,8 ... 1,3 mm pikk, 0,8 ... 1,3 mm lai ja 0,5 mm paks. 1000 seemne mass 0,5 g. Naba süvendis, vähe märgatav. Seemne pinda katavad väikesed mügarad, mis asuvad rõõbiti seemne servaga 5 või 6 korrapäraselt reas. Mügarad madalad,

tõmbid, selgmisel poolel suuremad, nabapiirkonnas veidi pikemad. Üks taim annab 1500 ... 2500 või isegi rohkem seemet. Seeme ristikut ja lutsernide, eriti aga valge ja roosa ristiku külvisest raskesti eraldatav. Sageli esinev tülikas umbrohi aedades, põldudel ja niitudel. Õitseb maist oktoobrini.

60. Valge pusurohi *Melandrium album* (joonis 49, 60).

Vili kupar. Seeme tuhkjashall, pruunika varjundiga, piklikmunajas, selgelt ümardunud, naba suunas kokku surutud, 1,25 ... 1,75 mm pikk, 1 ... 1,25 mm lai ja 0,75 mm paks. 1000 seemne mass 0,5 ... 0,7 g. Alusel hoburaua- või rõngakujuline naba, mida ümbritseb vagu. Seemne pinnal 7 ... 8 enamasti korrapärase tüügaste rida. Üks taim annab 10 000 ... 15 000 seemet. Seemned peeneseemneliste heintaimede külvisest raskesti eraldatavad. Esineb sageli põldudel, aedades ja jäätmaadel. Õitseb juunist septembrini.

61. Oras-tähthein *Stellaria graminea* (joonis 49, 61).

Vili kupar. Seeme matt, hallikas-kuni tumepruun, ketasjas, külgedelt lame, aluse suunas ahenev, 0,75 ... 1,25 mm pikk, 0,75 ... 1 mm lai ja 0,4 ... 0,5 mm paks. 1000 seemne mass 0,3 g. Punktitaoline naba nõos. Külgpindadel enamasti ringikujuliselt asetsevad konksutaolised mügarad. Seeme peeneseemneliste heintaimede, eriti ristiku külvisest raskesti eraldatav. Esineb põldudel ja rohumaaadel. Eelistab niiskeid muldi. Õitseb maist augustini.

62. Harkjas põisrohi *Silene dichotoma* (joonis 49, 62).

Vili kupar. Seeme tuhkjast või tumehall, neerjasovaalne, nõrgalt lame, nurgeline, 1,25 ... 2 mm pikk, 1 ... 1,25 mm lai ja 1 mm paks. 1000 seemne mass 0,75 ... 1 g. Rõngakujuline naba seemne alusel nõos tugevate tüügaste vahel. Seemne pinda katavad läikivad tüükad 3 ... 4 kontsentrilise ringina. Üks taim annab kuni 1000 seemet. Seeme raskesti eraldatav punase ristiku külvisest. Esineb põldudel ja niitudel. Õitseb juunis, juulis.

63. Põldmagun *Papaver dubium* (joonis 49, 63).

Vili kupar. Seeme tumepruun või tumehall, neerjas, seljalt ümardunud, nõrgalt lame, 0,75 ... 1 mm pikk, 0,5 ... 0,75 mm lai ja 0,5 ... 0,75 mm paks. 1000 seemne mass keskmiselt 0,15 g. Naba asub ovaalses käärus. Seemne pind võrkjas, kontsentriliselt krobeline pinnaga. Üks taim annab 10 000 ... 18 000 seemet. Esineb põldudel, harva. Õitseb juunis, juulis.

64. Suur nälghein *Spergula maxima* (joonis 49, 64).

Vili sulgkupa. Seeme must, heledate karvakeste tõttu punaka varjundiga, kerakujuline, kitsa pruunika kileja lainelise äärisega, läbimõõt 1,75 ... 2,25 mm. 1000 seemne mass 1,25 g. Naba paikneb nõos. Seemne pind peenemügaraline, lühikeste valkjate nõõpnõo-

lakujuliste karvakestega. Esineb põldudel. Õitseb juulis, augustis.

65. Harilik nälghein *Spergula arvensis* (joonis 49, 65).

Vili sulgkupa. Seeme pruunikasmust kuni must, kerakujuline, veidi lame, kitsa helepruuni kileja äärisega, läbimõõt 1 ... 1,25 mm. 1000 seemne mass keskmiselt 0,5 g. Naba paikneb nõos. Seemne pind peenemügaraline, kaetud lühikeste helepruunide nõõpnõolakujuliste karvakestega. Esineb sageli põldudel, söötidel ja jäätmaadel. Õitseb juunist augustini.

66. Külvi-nälghein *Spergula sativa* (joonis 49, 66).

Vili sulgkupa. Seeme must, kerakujuline, veidi lame, lainja valkja äärisega, läbimõõt 1 ... 1,25 mm. 1000 seeme mass keskmiselt 0,7 g. Naba paikneb nõos. Seemne pind väga peenemügaraline, sile, karvadeta, nõrgalt läikiv. Esineb sageli põldudel, söötidel ja jäätmaadel. Õitseb juunist augustini.

67. Hall kogelejarohe *Berteroa incana* (joonis 49, 67).

Vili kõdrake. Seeme hallikaspruun või hallikasroheline, lameovaalne, nurgeline, peaaegu ümar, kitsa äärisega, 1,5 ... 1,75 mm pikk, 1,5 mm lai ja 0,4 ... 0,5 mm paks. 1000 seemne mass keskmiselt 0,8 g. Naba koos seemnealgme jala jättega kiilukujulises nõos. Seemne pind nõrgalt mügaraline, matt. Üks taim annab 500 ... 7500 seemet. Esineb sageli liivikuil, jäätmaadel ja kerge lõimisega muldadel, peamiselt Lõuna-Eestis. Õitseb juunist augustini.

68. Harilik karukeel *Lycopsis arvensis* (joonis 49, 68).

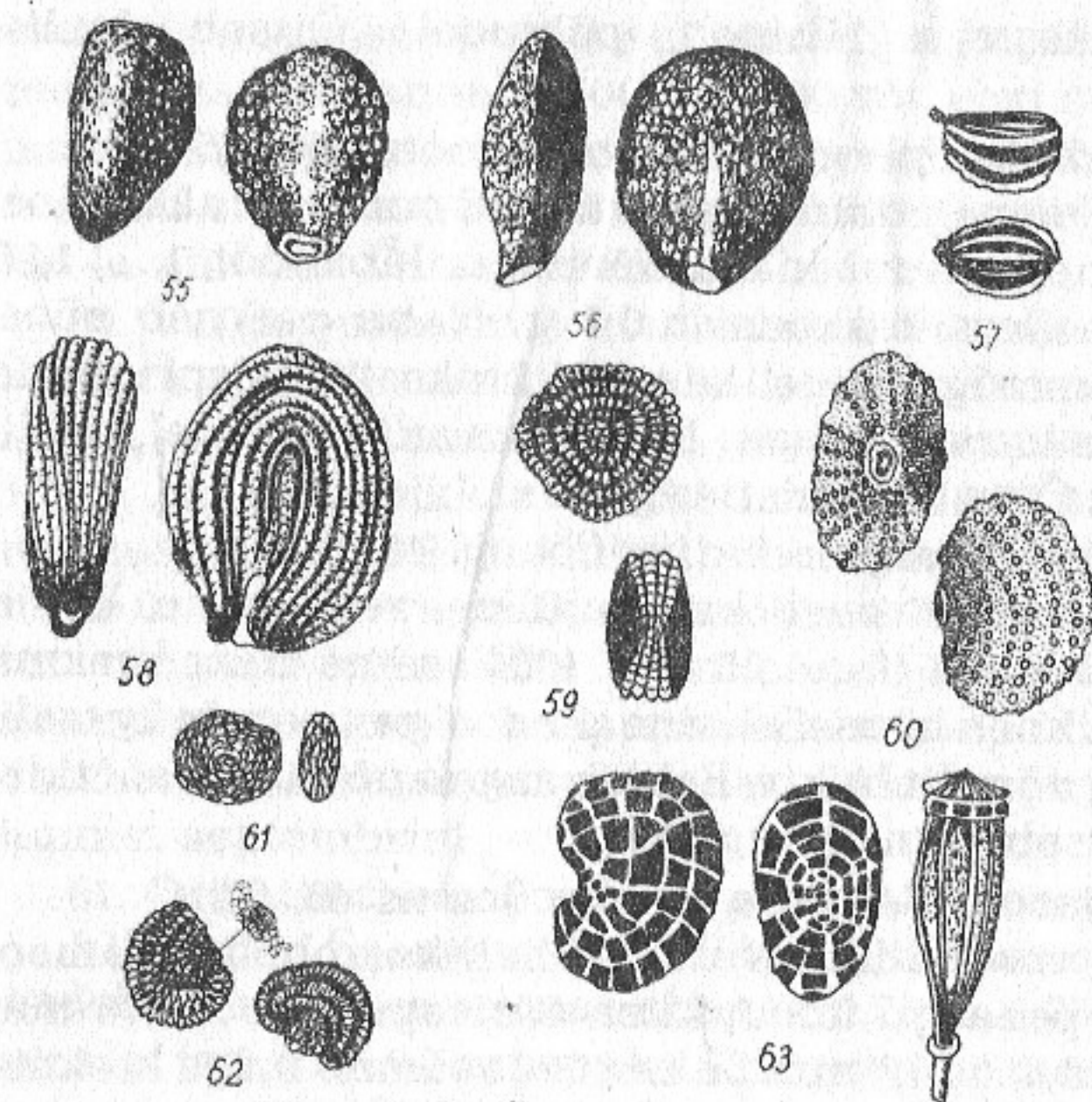
Seeme (osapähklike) hallikas-kuni tumepruun, asümeetriline, ringakujuline, 2,5 ... 3,5 mm pikk, 2 ... 3 mm lai ja 1,75 ... 2 mm paks. 1000 seemne mass 5 ... 6 g. Naba on ümbritsetud laia rõngakujulise voldilise vallikesega. Seemne pind pikivõrkkuruline. Kurdudevaheline pind tüükaline, matt. Üks taim annab 400 ... 1200 seemet. Esineb põldudel ja jäätmaadel. Õitseb maist oktoobrini.

69. Põld-lõosilm *Mysotis arvensis* (joonis 49, 69).

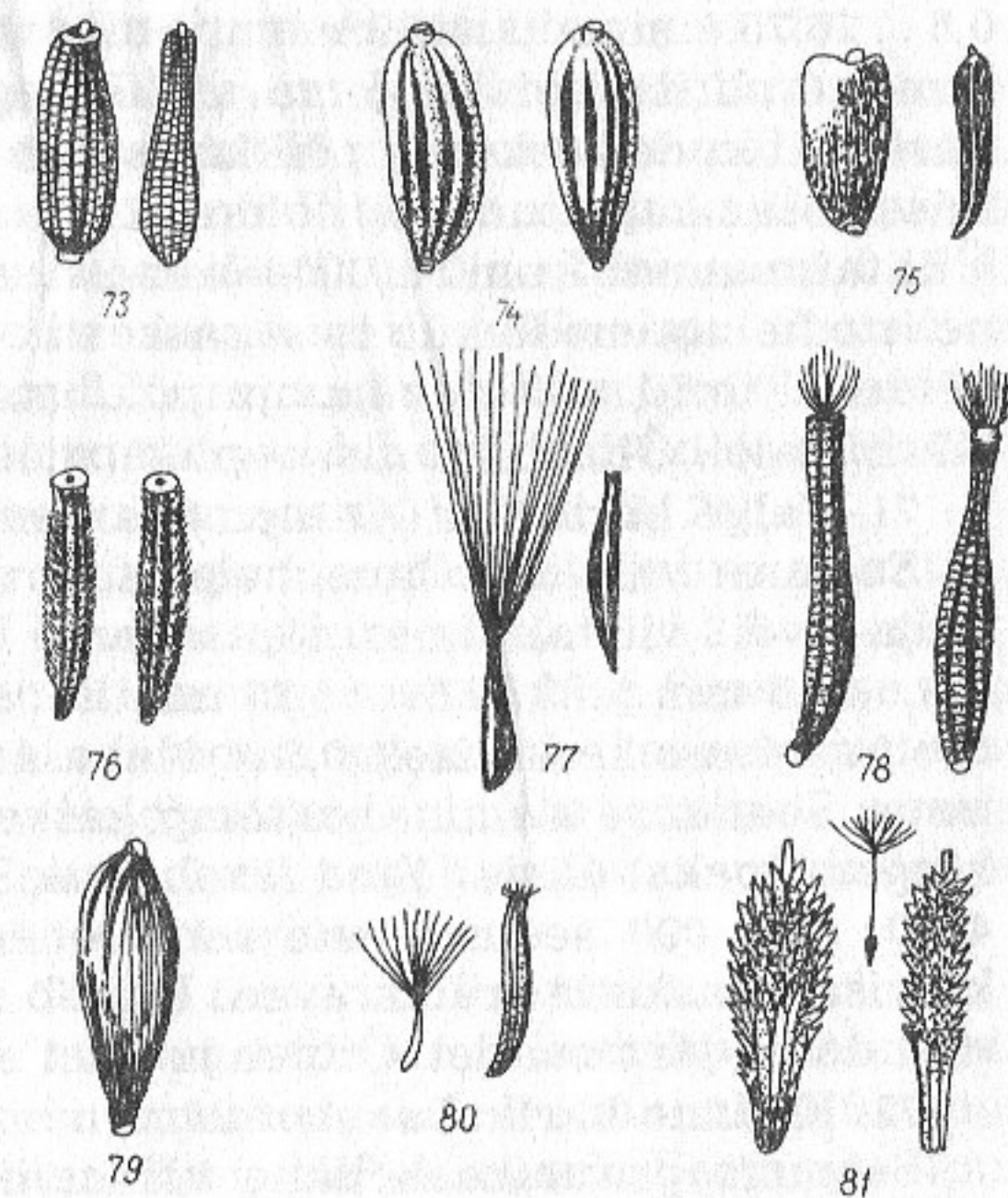
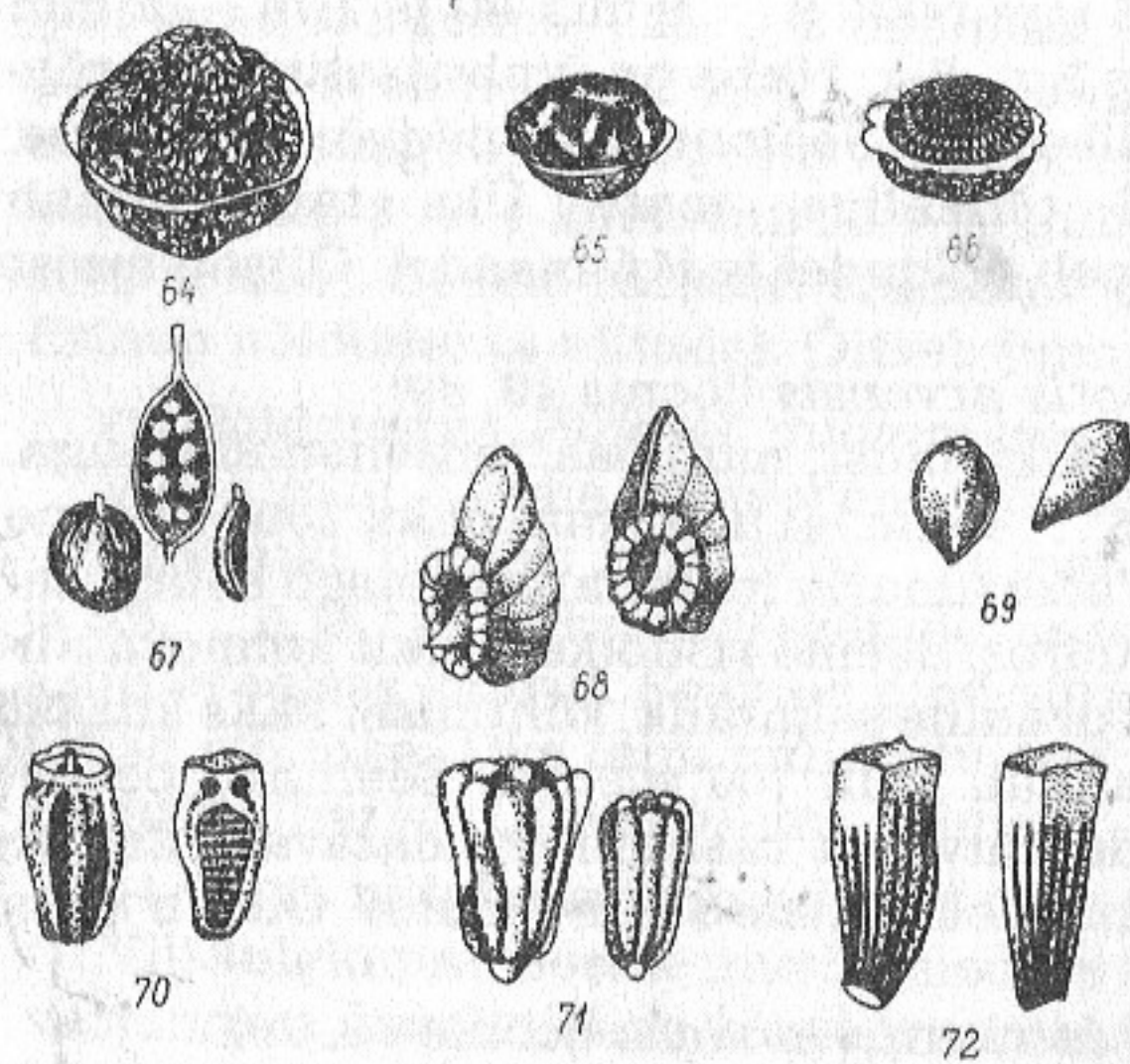
Seeme (osapähklike) läikivmust, munajas, teravnenud tipuga, 1,5 ... 1,75 mm pikk, 0,75 ... 1 mm lai ja 0,5 mm paks. 1000 seemne mass keskmiselt 0,8 g. Väike ümarik matt naba asetseb kõhtmisel küljel, peaaegu aluste juures. Seeme ristlõikes laialt kolmekandiline. Selgmisel küljel lai ovaalne seljatahk, kõhtmisel kaks kitsast küljetahku. Üks taim annab kuni 700 seemet. Seemned peeneseemneliste heintaimede külvisest raskesti eraldatavad. Esineb sageli põldudel ja jäätmaadel. Eelistab kuivi muldi. Õitseb mais ja juunis.

70. Harilik kesalill *Matricaria inodora* (joonis 49, 70).

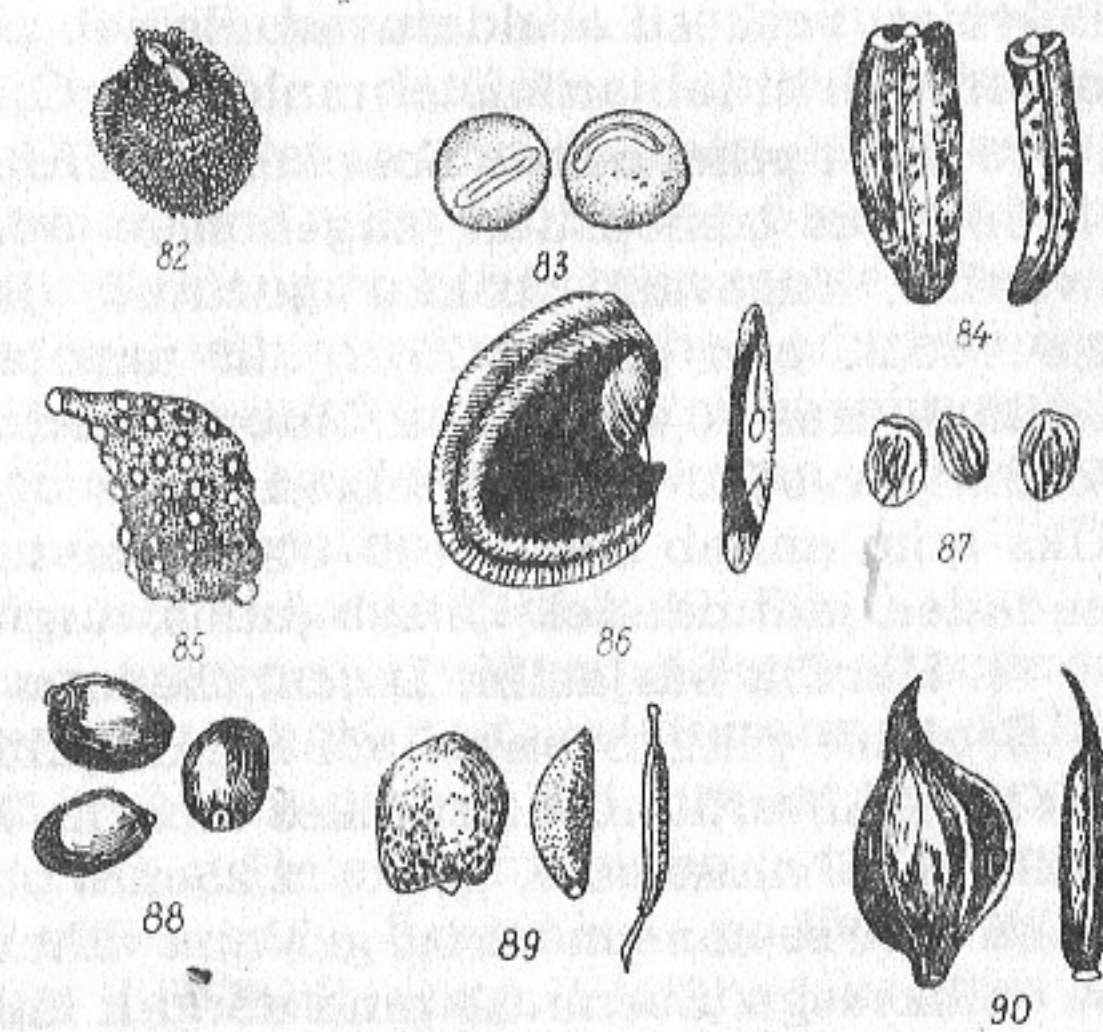
Seemnis mustjaspruun kuni must, ebakorrapäraselt kolmetahuline (prismakujuline), 1,5 ... 2,5 mm pikk, 0,75 ... 1,25 mm lai ja



Joon. 49



Joon. 49



0,5 ... 0,75 mm paks. 1000 seemne mass 0,5 ... 0,8 g. Naba ümmargune, ümbritsetud kõrgema vallikesega. Seemne tipus madal ääris, tahkude keskosad põikkortsulised. Ühel laiemal tahul ülemises osas kaks tumedat lohku, kus asuvad õienäärme käigud. Üks taim annab kuni 50 000 või enam seemet, mis on peeneseemneliste heintaimede külvisest raskesti eraldatavad. Esineb sageli põldudel (eriti taliteraviljas ja põldheinades), niitudel, aedades ja jäätmaadel. Õitseb juunist septembrini.

71. Valge karikakar *Anthemis arvensis* (joonis 49, 71).

Seemnis valkjaskollane, helepruun või kollakashall, ümarjas, nelja- või viietahuline, tõntsakam kui kollasel karikakral, 1,5 ... 2,5 mm pikk, 0,8 ... 1,25 mm lai ja 0,75 ... 1 mm paks. 1000 seemne mass keskmiselt 0,8 g. Naba asub alusel koonilise mõhnanana. Seemnise ülemine ots tõmp, keskel emakakaela jäte ja ringi kõrgem paks ääris. Pind krobeline, matt. Üks taim annab 4500 ... 30 000 seemet, mis on peeneseemneliste heintaimede külvisest raskesti eraldatavad. Esineb sageli põldudel, aedades, niitudel ja jäätmaadel. Õitseb juunist augustini.

72. Kollane karikakar *Anthemis tinctoria* (joonis 49, 72).

Seemnis pruunikaskollane või hallikaspruun, kiilukujuliselt neljatahuline (ristlõikes rombjas), laiemal küljel kitsa äärisega ja 5–6 õrna pikirooga, 1,75 ... 2,25 mm pikk, 0,8 mm lai ja 0,5 mm paks. 1000 seemne mass keskmiselt 0,5 g. Naba väike, rombjasovaalne. Seemnise tipul madal kilejas ääris ja keskel emakakaela jäte. Pind paljas, matt. Üks taim annab 12 000 ... 40 000 seemet, mis on peeneseemneliste heintaimede külvisest raskesti eraldatavad. Esineb põldudel, niitudel ja jäätmaadel, eriti lubjarikastel muldadel. Õitseb juulist septembrini.

73. Põld-piimohakas *Sonchus arvensis* (joonis 49, 73).

Seemnis tumepruun, sageli hele- või kollakaspruun, piklikovaalne, tugevasti kokku surutud, lapik, 5 ... 6 pikirooga, 2,5 ... 3,25 mm pikk, 0,75 ... 1,25 mm lai ja 0,5 mm paks. 1000 seemne mass 0,6 g. Naba ümbritsetud ringvallikesega. Pappus äralangev, selle karvad valged, läikivad, pehmed, 10 mm pikad. Üks taim annab 5000 ... 30 000 seemet. Esineb sageli põldudel, aedades, jäätmaadel. Õitseb juulis, augustis.

74. Harilik härjasilm *Leucanthemum vulgare* (joonis 49, 74).

Seemnis piklikovaalne või kiilukujuline, ülalt ümaram, sirge või veidi kõverdunud, ristlõikes ümarik, kümne valkja pikirooga, mille vahel must pind, 1,75 ... 2,25 mm pikk, 0,5 ... 0,75 mm lai ja paks. 1000 seemne mass 0,5 g. Naba vähe märgatav, kaetud väikese vallikesega. Seemnise pind nõrgalt läikiv. Üks taim annab kuni 25 000 seemet. Esineb üsna sageli põldudel, rohumaadel ja jäätmaadel. Õitseb juulis ja augustis.

75. Harilik raudrohi *Achillea millefolium* (joonis 49, 75).

Seemnis hõbehall või hallikaspruun, kiilukujuline, kokku surutud, veidi kõverdunud, äärtel kitsa tiivakujulise palistusega, 1,75 ... 2,25 mm pikk, 0,5 ... 0,75 mm lai ja 0,2 mm paks. Seemnise tipp, alus ja äärepalistus heledamad. 1000 seemne mass 0,15 g. Naba ümmargune, piiratud märgatava vallikesega. Seemnise pind peenekortsuline, matt. Üks taim annab kuni 25 000 seemet. Esineb sageli rohumaadel ja jäätmaadel, eriti kuivadel muldadel.

76. Harilik ristirohi *Senecio vulgaris* (joonis 49, 76).

Seemnis tumehall või rohekaspruun, silindrikujuline, alumises osas ahenev, ristlõikes ümarik, pikiroodne, 2 ... 2,5 m pikk, 0,4 ... 0,5 mm lai ja paks. 1000 seemne mass 0,25 g. Seemnise tipp tõmp, veidi jämenenud, äärekroonidega ja emakakaela jättega. Pappuse lendkarvad kuldkollased. Üks taim annab 1800 ... 10 000 seemet. Esineb üsna sageli aedades, põldudel ja jäätmaadel. Õitseb juunist oktoobrini.

77. Lillv-koeratubakas *Crepis tectorum* (joonis 49, 77).

Seemnis hallikasvalge kuni tumepruun, silindrikujuline, veidi kõverdunud, ülespoole ahenev, 10 rooga, 3 ... 4 mm pikk, 0,5 mm lai ja paks. 1000 seemne mass 0,5 g. Naba ümarik. Seemnise tipul ringvallike ja emakakaela jäte. Lendkarvakesed paiknevad pappusel mitmerealiselt. Seemnise pind ülemises osas põiksooline, kaetud lühikeste kergesti varisevate okkakestega. Üks taim annab kuni 16 000 seemet. Esineb põldudel ja jäätmaadel. Eelistab kergeid muldi. Õitseb juunist oktoobrini.

78. Sügisene seanupp *Leontodon autumnalis* (joonis 49, 78).

Seemnis kollakas- kuni tumepruun, silindrikujuline, otstest ahenev, kõverdunud, pikiroodne, ristlõikes lapikult ümarik, 3 ... 5 mm pikk, 0,5 ... 0,75 mm lai ja 0,5 mm paks. 1000 seemne mass keskmiselt 1 g. Ümmargune naba asub nõos. Seemnise tipp jämendunud, pappus mitteäralangev, kahes reas asetsevate helekollaste sulgjate karvadega: välimises reas lühemad, sisemises pikemad karvad. Pind põiki peenelt kipras, matt. Üks taim annab kuni 1200 seemet. Esineb üsna sageli jäät- ja rohumaadel, harvemini põldudel. Õitseb juulist augustini.

79. Harilik puju *Artemisia vulgaris* (joonis 49, 79).

Seemnis hallikaspruun, tumepruun või pruunikashall, silindrikujuline, veidi kõverdunud, välisküljelt nõrgalt kumer, siseküljelt plaad kahtahuline, 1,25 ... 2 mm pikk ja 0,3 mm lai ning paks. 1000 seemne mass 0,1 ... 0,2 g. Helekollane naba asub sisemisel küljel ja on ääristatud vallikesega. Seemnise tipp lõpeb viltuse vallikesega, pind peenelt kiprunud, nõrgalt läikiv. Üks taim annab 150000 ... 700000 seemet. Esineb sageli jäätmaadel, viimasel ajal ka põldudel ja rohumaadel. Õitseb juulis ja augustis.

80. **Paiseleht** *Tussilago farfara* (joonis 49, 80).

Seemnis kuldkollane, helekollane või pruun, silindrikujuline, veidi kõverdunud, neljatahuline, pikivaoline, 3...4 mm pikk ja 0,25...3 mm lai ning paks. 1000 seemne mass keskmiselt 0,3 g. Vähemärgatav naba on ümbritsetud väikese vallikesega. Seemne tippjal tipul kergesti äralangev soomusekujuline valgete karvadega pappus. Üks taim annab 3500...8000 seemet. Esineb sageli jäätmaadel ja liigkniisketel raske lõimisega muldadel. Õitseb aprillis, mais.

81. **Harilik võilill** *Taraxacum officinale* (joonis 49, 81).

Seemnis on rohekashall või helerohekaspruun, kiilukujuline, rülgas, neljatahuline, 12...15 rooga, 3...4 mm pikk, 1,25...1,5 mm lai ja 0,75...1 mm paks. 1000 seemne mass 0,5...0,8 g. Naba vaevalt märgatav. Seemne tipp läheb üle peenikeseks roodudega pappusekandjaks, mis on seemnisest 2...3 korda pikem ja millel on mitmesse külge hargnevad karedad karvakesed. Üks taim annab 3000...8000 seemet. Väga ulatuslikult levinud jäät-, karja- ja heinamaadel. Õitseb mais, juunis.

82. **Äiakas (nisulill)** *Agrostemma githago* (joonis 49, 82).

Vili kupar. Seeme toorelt tumepruun, valminult must, nurgelis-ovaalne, nõrgalt neerukujuline, külgedelt naba suunas veidi kokku surutud, 2,75...3,75 mm pikk, 2,25...3,5 mm lai ja 1,5...2,5 mm paks. 1000 seemne mass 7...12 g. Ümmargune naba paikneb vallikesega ümbritsetud vaos. Seemne pind matt, kaetud servaga rõõbiti asetsevate tüügasteridadega, mis kitsenevad seljalt naba suunas. Üks taim annab 200...300 seemet. Esineb teravilja, eriti taliteraviljapõldudel. Õitseb juunis, juulis.

83. **Harilik hiirehernes** *Vicia cracca* (joonis 49, 83).

Vili kaun. Seeme rohekashall kuni rohekaspruun, kaetud marmoritaoliselt tumepruunide laikudega, kerajas, läbimõõt 2...3 mm. 1000 seemne mass 8...10 g. Naba kitsas, lineaalne, tüme, 1/3...1/4 seemne ümbermõõdust. Üks taim annab kuni 600 seemet. Esineb sageli jäätmaadel, looduslikel niitudel, harvemini põldudel.

84. **Villtakjas** *Arctium tomentosum* (joonis 49, 84).

Seemnis hallikas- või punakaspruun, harvemini must, äraspidimunajas, tõmpjalt kiilukujuline, külgedelt kokku surutud, sageli veidi kõverdunud, 4...6,25 mm pikk, 2...3,5 mm lai ja 1,25...2,25 mm paks. 1000 seemne mass 10...12 g. Naba ümbritsetud väikese vallikesega. Seemne tipp järsult tõmp, emakakaela jättega, ümbritsetud mügaralise äärisega. Seemne pind põiki kibras, krobeline, matt. Üks taim annab 3500...24 000 seemet. Esineb jäätmaadel ja aedades. Õitseb juulist septembrini.

85. **Harilik tõlkjas** *Bunias orientalis* (joonis 49, 85).

Vili mitteavanev sulgkõdrake, on kollakas- või rohekashall, munajas, kõverdunud tipuga, 3...5 mm pikk, 2...3 mm lai ja paks. 1000 sulgkõdrakese mass 12...25 g. Viljakate on paks ning viljad on 1...2 seemnega. Seeme on pruunikaskollane, alusel ümarovaalne, ülemises osas teokarbikujuline, 2,25...3 mm pikk, 1,5...2 mm lai ja paks. Pind peenelt kibras, matt. Üks taim annab 200...500 sulgkõdrakest. Esineb põldudel, rohumaadel, eriti jäätmaadel. Õitseb juunist septembrini.

86. **Väike robirohi** *Rhinanthus minor* (joonis 49, 86).

Vili kupar. Seeme kollakas- kuni pruunikashall, ühelt küljelt ovaalne, ristlõikes lame, väga sarnane suure robirohu seemnega, 3...3,5 mm pikk, 2...3 mm lai, 0,5 mm paks. 1000 seemne mass 1,5...1,75 g. Seeme ääristatud laia tiivaga. Esineb sageli puisniitudel ja niitudel. Õitseb juunist augustini.

87. **Harilik kamaras** *Odontites serotina* (joonis 49, 87).

Vili kupar. Seeme hele- või pruunikashall, piklikovaalne, veidi kõverdunud, selg pisut kumer, kõht nõrgalt nõgus, aluse suunas teravnenud, 1,25...1,5 mm pikk, 0,5...0,8 mm lai ja paks. 1000 seemne mass keskmiselt 0,75 g. Naba ümarik, väike. Seemne pind pikivaoline, heledasooneline (kuni 15 soont). Üks külgmistest soontest kiilutaoliselt esilekerkiv, soonte vahed ja küljed põiki peenekortsulised. Üks taim annab kuni 11 000 seemet. Esineb naba sageli niitudel, jäätmaadel ja põldudel. Õitseb juulist septembrini.

88. **Soo-nõianõges** *Stachys palustris* (joonis 49, 88).

Vili pähklike, millena satubki mulda. Pähklike tumepruun, ovaalne, äraspidimunajas, nuri-kolmetahuline, 2...2,8 mm pikk, 1,5...1,5 mm lai ja 1,25 mm paks. 1000 seemne mass 1,5...2 g. Naba must, väike, viltu asetsev. Pähklike tipp ümarik, aluse suunas nõrgalt ahenenud. Selg kumer, laiümarik; kõhtmised tahud kitsamad. Sisemine roie tõmpjas, külgmise nürilt kiilukujuline. Pind peeneauguline, nõrgalt läikiv. Üks taim võib anda kuni 250 seemet. Esineb niisketel muldadel ja soiste niitudel, jäätmaadel, kuid ka aedades ja põldudel. Õitseb juunist augustini.

89. **Kaarkollakas** *Barbarea arcuata* (joonis 49, 89).

Vili kõder. Seeme hallikaspruun, lapik, ebakorrapäraselt ümarmunajas kuni laielliptiline, 1,3...1,8 mm pikk, 0,8...1 mm lai ja 0,5 mm paks. 1000 seemne mass keskmiselt 0,8 g. Naba hele-dam, pilukujuline, mõnikord kaetud kollase killega. Idujuur külgmise, tipp tõmpümarjas. Pind peenemügaraline, nõrga hõbedase läikiga. Üks taim annab 1000...10 000 seemet. Esineb sageli niitudel, jäätmaadel ja põldudel. Õitseb maist juulini.

90. Roomav tulikas *Ranunculus repens* (joonis 49, 90).

Vili pähklike, millena satubki mulda. Pähklike helepruun, harvemini tumepruun, äraspidimunajas, mittevõrdkülgne, tipul veidi kõverdunud pikk naaskeljas nokk (0,5 ... 0,75 mm pikk). Pähklike 2,5 ... 3,5 mm pikk, 2,25 ... 2,75 mm lai ja 0,5 ... 1 mm paks. 1000 seemne mass 2 ... 3 g. Naba tõmp, lame. Pind mügaraline, paljas. Esineb niisketel heina- ja karjamaadel, jäätmaadel, aedades ja ka põldudel. Õitseb maist augustini.

9. Umbrohtude tundmaõppimise meetodid

9.1. Umbrohtude tundmaõppimine herbaariumi abil ja looduses

Laboratoorsel praktikumil õpitakse umbrohte tundma herbaariumi abil. Herbaariumitaimed peaksid olema liigile tüüpilised ning esitatud koos juurte ja vegetatiivse paljunemise organitega. Tundmaõppimise soodustamiseks klassifitseeritakse umbrohud kõigepealt agrobioloogiliste rühmade kaupa, seejärel agrobioloogiliste rühmade siseselt sugukondade kaupa ja lõpuks paigutatakse sugukondadesiseselt tähestikuliselt järjekorda. Herbaariumi abil saab umbrohuliike kiiresti tundma õppida, kusjuures tuleb omandada põhiteadmised ka umbrohtude ökoloogia, bioloogiliste omaduste, majandusliku kahjulikkuse ja tõrjevõtete kohta.

Herbaariumiga töötades on tarvis iga umbrohuliigi kohta kirja panna ja teadmiseks võtta järgmised andmed.

1. Agrobioloogiline rühm.
2. Sugukond (eesti ja ladina keeles).
3. Liigi nimetus (eesti ja ladina keeles).
4. Liigi lühike morfoloogiline iseloomustus (varte, lehtede, õite, juurte, vegetatiivse paljunemise organite jne iseloomustus).
5. Liigi bioloogilised iseärasused (õitsemise ja viljade valmimise aeg, seemnete hulk ja nende eluvõime, levikuviis, vegetatiivse paljunemise organite sügavus mullas jne).
6. Liigi kasvu ja levikut soodustavad keskkonnatingimused (mullastik, niiskustingimused, liigi fütotsönootilised iseärasused jne).
7. Liigi levikupiirkond Eesti NSV-s (mullad, kõlvikud ja kultuurid, kus seda liiki ohtralt esineb).

8. Majandulik kahju.

9. Kompleksne tõrjesüsteem (kaudne, otsene — mehaaniline, keemiline, bioloogiline jne).

Üliõpilaste teadmiste kontrollimiseks kasutatakse herbaariumi, millel puuduvad agrobioloogilise rühma, sugukonna ja liigi nimetused.

Laboratoorsetel praktikumidel omandatud teadmisi kinnistatakse suvel umbrohtude õitsemise ajal korraldatava õppepraktika käigus. Peale selle tuleb igal üliõpilasel õppeülesandena herbariseerida 25 ... 30 umbrohuliiki.

9.2. Umbrohutõusmete tundmaõppimine

Umbrohtude pärssivat toimet kultuurtaimede kasvule, mida põhjustab umbrohutõusmete massiline tärkamine, pole hiljem sageli võimalik isegikõige hoolikama umbrohutõrjega kompenseerida. Seepärast tuleb umbrohtusid hakata tõrjuma võimalikult vara.

Õige ja eduka tõrje korraldamisel on vaja määrata umbrohtude liigiline koosseis ja kvantitatiivne vahekord tõusmete järgi. Siit tuleneb praktiline vajadus tunda umbrohte juba tõusmete faasis.

Määramise ja tundmaõppimise aluseks on valdavalt maapealsete organite välised morfoloogilised tunnused.

Kaheiduleheliste umbrohtude tõusmete määramisel omavad kõige suuremat tähtsust järgmised organid ja nende tunnused.

1. Vars ja selle idulehtedest allapoole jääv lüli, nn hüpokotüül, ning ülalpool idulehti olev osa, nn epikotüül, nende ristlõike kuju, värvus, paksus ja pikkus, karvasus ja selle iseärasused, vaha- või jahukirme esinemine.
2. Idulehed, nende mullapinnale tungimise võime, idulehekeste kuju, leheroodude esinemine ja kuju, pikkus, laius ja paksus, värvus, karvasus ja selle iseärasused, vaha- või jahukirme esinemine.
3. Pärislehed, nende asetus, lehelaba, abilehtede ja lehetupe kuju ning leheserva hambulisus, värvus, karvasus ja selle iseärasused, vaha- või jahukirme esinemised, lehtede ja abilehtede pikkus, laius, paksus.
4. Idü- ja pärislehtede, varte ristlõike kuju, värvus, pikkus, karvasus, vaha- või jahukirme esinemine, peavarrele kinnitumise viis, tõrve ja abilehtede esinemine.

Üheiduleheliste umbrohtude tõusmete määramisel on olulised järgmised morfoloogilised tunnused.

1. Iduleht või singas (kõrrelistel) — pikkus, värvus, kuju.
2. Iduvars (mesokotül) — ristlõike kuju, paksus, pikkus, värvus.
3. Esimeste pärislehtede tupp — kuju, pikkus, laius, värvus, karvasus.
4. Esimeste pärislehtede lehelaba — kuju, pikkus, laius, värvus, karvasus, lehekeelekeene, selle kuju, laius jne.

Tõusmete uurimisel ja määramisel on alati otstarbekohane pöörata tähelepanu ka juurekaelale (kuju, värvus) ja juurestikule (kuju, kasvu intensiivsus ja iseloom, lisajuurte esinemine jne). Määramisel võib kasutada ka mõningaid keemilisest koostisest tingitud eriomadusi (lõhn, maitse, piimmahla eritumine jt).

Tõusmete määramisel ja tundmaõppimisel tuleb arvestada seda, et nende tunnused võivad erinevates ökoloogilistes tingimustes oluliselt varieeruda, eriti organite mõõtmed, värv ja vahakir-me esinemine.

Umbrohutõusmeid õpitakse tundma laboratoorsete praktikumide käigus värviliste õppeplakatite, diapositiivide, käesoleva raamatus ja M. Karmin, A. Ennvere «Umbrohutõusmete määra-jas» toodud jooniste ja viidete ning soovitatavalt ka kõlvikutelt kogutud taimede järgi. Morfoloogiliste tunnuste paremaks oman-damiseks võib tõusmeid praktikumi käigus lasta joonistada.

9.3. Umbrohuseemnete tundmaõppimine

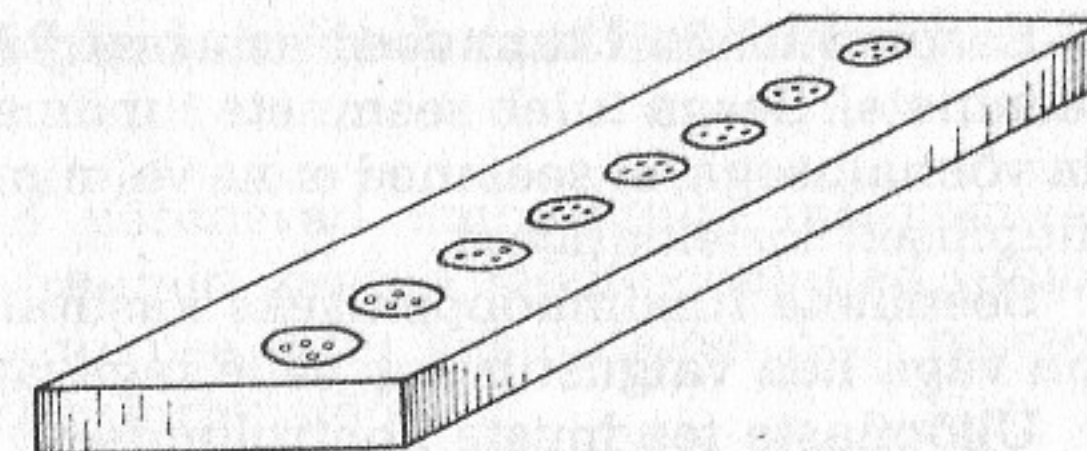
Põllumajanduslike kõlvikute mullad sisaldavad suurel määral umbrohtude eluvõimelisi seemneid, mille arv võib ühe hektari künnikihis ulatuda kuni mitme miljardini. Selline seemnevaru on ohtlik isegi siis, kui õnnestuks täielikult vältida edasist umbrohu-seemnete muldasattumist, sest sellest piisab paljudeks aasta-teks, et umbrohistada põllukultuure. Seepärast on kõigis piirkon-dades ning majandites vaja teada, milliste umbrohtude seemneid esineb ja võib esineda külvises, sõnnikus, mullas, samuti seda, kui suur on nende varu.

Laboratoorsel praktikumil õpitakse umbrohuseemneid tund-ma õppekollektsoonide abil, milles on esindatud vähemalt 90 külvises, söötades ja sõnnikus sagedamini esinevat umbrohuliiki (nende kirjeldus on esitatud alapeatükis 8).

Õppekollektsooni koostamiseks kogutakse seemneid massili-se iseseemendumise perioodil, kusjuures ühte proovi lülitatakse võimaluse korral igalt taimelt kõik seemned, olenemata nende valmimisastmest.

Seemnete paremaks tundmaõppimiseks on EPA maaviljeluse kateedri kogemustel soovitatav koostada korraga kahesugused

joonis 50. Puitalused umb-rohuseemnetega



seemnekollektsoonid. Ühed võivad olla paigutatud puitalusesse uuristatud süvenditesse ja kaetud orgaanilise klaasiga (joonis 50), teised aga peaksid olema väikestes klaaspudelites, millest on või-malik seemneid lähemaks uurimiseks ja tundmaõppimiseks alus-tele välja valada. Liikidel kollektsoonis peavad olema juures seeti ja ladinakeelsed nimetused.

Seemnekollektsoonide kõrval on vaja kasutada käesolevat apperaamatut, M. Karmini «Umbrohud ja umbrohuseemned», Tartu, 1973 ja Д. Н. Доброхотов «Семена сорных растений», Москва, 1961.

Seemnete tundmaõppimisel pööratakse tähelepanu järgmiste-le omadustele, mis on liikide kaupa esitatud alapeatükis 8.

1. Suurus on ühe liigi seemnete üks püsivamaid tunnuseid, eri liikidel varieerub aga üsna suurtes piirides. Näiteks tuulekaera sokaalteris on 10 ... 18 mm pikk ja 1000 seemne mass 15 ... 25 g, samal ajal hiirekõrva seeme on 0,75 ... 1 mm pikk ja 1000 seemne mass vaid 0,1 ... 0,15 g.

2. Kuju on valminud seemnete üsna püsiv tunnus, seda isegi siis, kui seemned on pikka aega olnud mullas.

3. Värvus on seemnete üks olulisemaid tunnuseid. Tuleb aga silmas pidada, et isegi ühelt taimelt kogutud seemned võivad vär-vi või selle varjundi intensiivsuse poolest märgatavalt erineda. Mullas kaotavad seemned tavaliselt oma loomuliku värvi ja seda enam, mida kauem nad on mullas olnud.

4. Seemne pinnastruktuur on enamikul liikidel rangelt erioma-ne ja seetõttu samuti üks olulisemaid ning püsivamaid morfoloo-gilisi tunnuseid. Seda iseloomustab mitmekesiste pinnastruktuu-ride elementide (ribiline, mügaraline, vaoline, kühmuline, konar-lik, kortsuline, konarlik-kortsuline, auguline, käsnjalt auguline, võrkjalt auguline, tüükaline, krobeline, kurruline, kiprunud, kare, sile, punktiline jne) esinemine või puudumine.

5. Lisandid on paljude liikide määramisel olulise tähtsusega (välja arvatud pikka aega mullas seisnud seemned). Lisandtun-nustest on olulisemad mitmesuguse kuju, mõõtmete, värvi ja asu-kohaga karvad, õhted, harjased, soomused, tiivakujulised kilejad moodustised jne.

Eespool toodud tunnused esinevad tüüpiliselt vaid valminud seemnetel. Seega tuleb seemnete tundmaõppimisel alati arvestada võimalusega, et seemned enne valmimist ja ülevalminult ei ole tüüpiliselt kirjeldatavad.

Seemnete tundmaõppimiseks kasutatav õpperuum peab olema väga hea valgustusega; selle tagavad vaid kohtvalgustid.

Üliõpilaste teadmiste kontrollimiseks kasutatakse seemnese gusid, milles igaühes on esindatud vähemalt 10 umbrohuliiki. Se gusid paigutatakse nummerdatud pudelitesse.

10. Kõlvikute umbrohtumuse uurimise meetodid

Umbrohtumuse järjekindel uurimine on hädavajalik tõhusa integreeritud umbrohutõrjesüsteemi teoreetiliste aluste ja praktiliste võtete täpseks väljatöötamiseks ning ökoloogiliste probleemide lahendamiseks.

Umbrohtumuse uurimisel on kolm põhiülesannet, mille lahendamiseks tuleb rakendada erinevat meetodikat.

1. **Statsionaarsed uurimised** on erinevate kõlvikute või katsealade agrofütotsönooside dünaamika uurimised intensiivse maa viljeluse tingimustes (ulatuslik kemiseerimine, kompleksne mehhaniseerimine jne).

Selle tööga tegelevad teaduslikud uurimisasutused statsionaarsetel katsealadel, kasutades keerulisemat ja täpsemat uurimismetoodikat.

2. **Plaanipäraste uurimiste** käigus töötatakse välja abinõude süsteem võitluseks kõige levinumate ja ohtlikumate umbrohtudega (ka karantiinumbrohud) kogu maafondil ning antakse hinnang sellele süsteemile. Selleks viivad teaduslikud uurimisasutused ja majandite spetsialistid läbi järjekindlaid uurimusi majandite kõlvikutel. Eelkõige on nende uurimuste eesmärgiks määrata kõlvikutel ja põldudel esinevate umbrohtude koosseis ja arvukus.

3. **Operatiivsed uurimised** viiakse läbi majandite umbrohutõrjevõtete (kaudsed, otsesed — mehaaniline, keemiline) täpsustamiseks igal vegetatsiooniperioodil.

Eespool toodud umbrohtumuse uurimise ülesannete täitmisel kasutatakse järgmisi meetodeid.

1. Kvantitatiivsed meetodid järgmiste näitajate määramiseks: 1) arvukus; 2) mass; 3) maht; 4) pinna projektiivne katvus; 5) rindelisus; 6) esinemissagedus.
2. Visuaalsed meetodid: silma järgi hinnatakse umbrohtude arvukust ja pinna projektiivset katvust.

10.1. Umbrohtumuse hindamise kvantitatiivsed meetodid

Kvantitatiivsed meetodid põhinevad umbrohtude määramisel mitmesuguste vahendite (raamid, kaalud, mõõtejoonlauad, etalonid jne) kaasabil. Töömahukuse tõttu kasutatakse neid meetodeid peamiselt teaduslikus uurimistöös.

10.1.1. Umbrohtude arvukuse määramine

Vajalikud vahendid: 1) ettenähtud kuju ja suurusega raamid; 2) mõõtejoonlaud.

Umbrohtude arvukuse all mõistetakse taimevarte arvu pinnahükkul (tavaliselt 1 m²). Olenevalt uurimise eesmärgist määratakse kas kõigi umbrohtude arvukus või nende arvukus agrobiooloogiliste rühmade või liikide kaupa.

Määramisel loendatakse umbrohtude varred kindlas mõõdus raamidega eraldatud pinnalt. Kõige sobivamad on täisnurksed raamid pikkuse ja laiuse suhtega 1:1 kuni 3:1. Reaskülvis külvatud teravilja, lina, heintaimede jt kultuuride külvide korral soovistatakse ruudukujulist (50 × 50 cm) 0,25-m² raami, mis paigutatakse maha nii, et üks külvirida kulgeb piki raami diagonaali. Laiarealistes külvides tuleks kasutada raame, mille pikkus võib olla vahel valitud, kuid laius peab olema vähemalt reavahesuurune või selle kordne. Pesitikülvides peab raami pikkus olema pesade vahelauguse, laius aga reavahede kordne.

Arvestuslapid võib valida juhuslikult või malelaua korras ja neid peaks igal katselapil olema vähemalt 4 (seega 4 kordusega katses igas variandis vähemalt 16 arvestuslappi).

Arvestuslapi minimaalne suurus on lühiealiste umbrohtude arvukuse määramisel 0,25 m², pikaealiste umbrohtude määramisel 1 m².

Arvukuse ühekordsel määramisel valitakse arvestuslapid töö käigus; korduvatel määramistel tuleb eraldada statsionaarsed arvestuslapid, mis tähistatakse nurgavaiakestega ja kantakse koordinaatide abil skeemile (seotakse reeperite või looduslike tähistega).

Umbrohtude arvukus (A) tk/m² arvutatakse järgmise valemi järgi:

$$A = \frac{n}{ns} \cdot \frac{a}{S}, \text{ kus}$$

a — umbrohtude varte koguarv arvestuslappidel;

n — arvestuslappide arv;

s — arvestuslapi pindala m²;

ns — arvestuslappide kogupind m².

10.1.2. Umbrohtude massi määramine

Vajalikud vahendid: 1) ettenähtud kuju ja suurusega raamid; 2) kaal täpsusega vähemalt 1 g; 3) mõõtejoonlaud; 4) termostaat; 5) eksikaator CaCl_2 -ga; 6) alumiiniumtopsid.

Umbrohtude mass grammides pinnaühikul (tavaliselt 1 m²) esitatakse taimede toormassina, õhukuiva või absoluutkuiva taimemassina.

Umbrohtude mass määratakse tavaliselt üheaegselt umbrohtude arvukusega. Selleks lõigatakse raamiga piiratud arvestuslapil umbrohud võimalikult maapinna lähedalt lahti, paigutatakse kilekottidesse, etiketatakse ja toimetatakse kohe (et vältida kuivamist) laboratooriumi. Seal umbrohud sorteeritakse liikide või agrobioloogiliste rühmade kaupa, loendatakse (määratakse arvukus) ja kaalutakse (saadakse toormass).

Absoluutkuiva massi määramiseks võetakse liikide või agrobioloogiliste rühmade kaupa keskmised proovid, tükeldatakse 2...3 cm pikkusteks osadeks, paigutatakse kaalutud ja nummerdatud alumiiniumtopsidesse ja kuivatatakse termostaadis 105 °C juures absoluutkuivaks.

Õhukuiva massi määramiseks lastakse taimi paar-kolm päeva kuivada ja siis kaalutakse.

Umbrohtude arvukuse (A) ja massi (M) andmed kantakse järgmisevormilisse tabelisse.

Variandi või katse- lapi nr.	Umbrohu liik või agrobiologi- line rühm	Arvestuslapi nr.						Summa kõikidel arvestus- lappidel	Keskm- selt 1 m²		
		1		2		jne					
		tk	mass	tk	mass	tk	mass				
		g	g	g	g	g	g				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

10.1.3. Umbrohtude mahu määramine

Vajalikud vahendid: 1) kaks ühesuguse mahuga (vähemalt 1 l) mõõtesilindrit.

Selleks et saada andmeid kõigi umbrohtude, eri agrobioloogiliste rühmade või eri liikide poolt hõivatud ruumi kohta maapinnalähedases atmosfääris, on vaja määrata nende maht.

Mahu määramiseks võetakse kaks ühesuurt mõõtesilindrit, millest üks täidetakse ülemise kriipsuni veega. Seejärel paigutatakse tühja silindrisse arvestuslapilt koristatud umbrohud ja

valatakse teisest silindrist vesi peale nii, et see ulatuks ülemise kriipsuni. Teise silindrisse alles jäänud vee maht näitabki umbrohtude mahtu (cm³) esimeses silindris.

Taimede toormassi mahu (V_m) ja kogu nende poolt hõivatud õhuruumi (V_k) suhet nimetatakse taimede erimahuks (V_e):

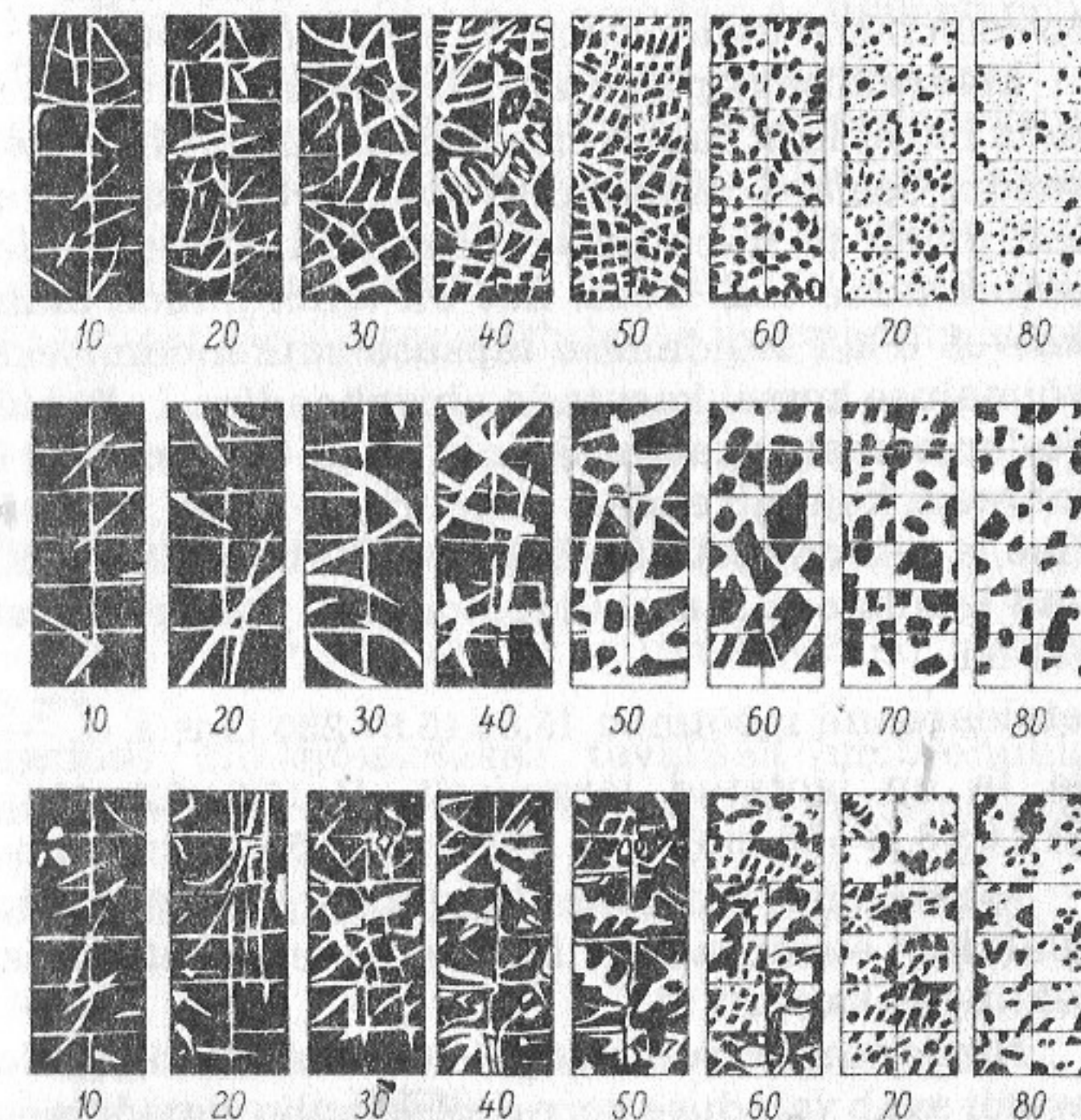
$$V_e = \frac{V_m}{V_k} \cdot 100 \%$$

Taimede erimaht iseloomustab atmosfääri kui elukeskkonna hõivamist taimede maapealsete organite poolt.

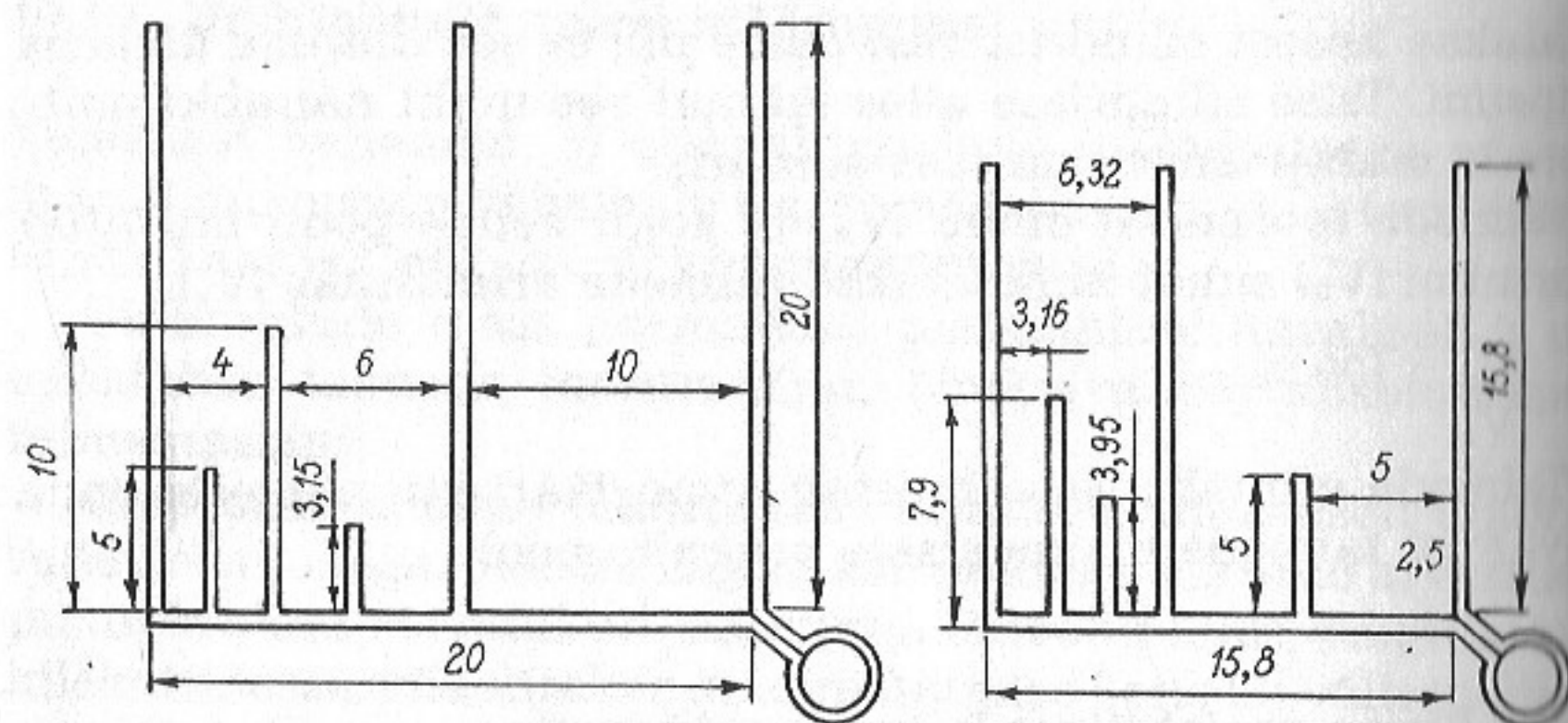
10.1.4. Pinna projektiivse katvuse määramine

Projektiivseks katvuseks nimetatakse mullapinna osa (%), mille katavad ülalt mullapinnale projekteeritud taimede maapealsed organid.

Et umbrohtude maapealsed organid sageli üksteist katavad (on topelt), siis tuleb vahet teha erinevate projektiivse katvuse



Joonis 51. L. Ramenski etalonjooniste skaala umbrohtude hulga määramiseks projektiivse katvuse meetodil.



Joonis 52. L. Ramenski etalonraamid umbrohtude hulga määramiseks projektiivse katvuse meetodil

vormide vahel. Olulisim neist on **üldise projektiivse katvuse** määramine, millest tuntuim on L. Ramenski meetod.

Vajalikud vahendid: 1) kindla suurusega raam (tavaliselt 50×50 cm); 2) etalonraam; 3) etalonjoonised.

Määramiseks paigutatakse kindla suurusega raam mullapinnale nii, et kõik raami sisse jäävad umbrohud oleksid normaalsendis. Seejärel vaadatakse ülalt vertikaalselt alla raamiga piiratud pinda ja hinnatakse visuaalselt projektiivse katvuse järgi umbrohtude osa %-des. See on umbrohtude üldine projektiivne katvus (Pk_u). Hindamise täpsuse suurendamiseks on soovitatav võimaluse korral kasutada abivahendina L. Ramenski koostatud etalonjooniste skaalat (joonis 51) ja etalonraami (joonis 52). Etalonraam kujutab endast täisnurkset raami, mille üks külg on laheline ja mis on jaotatud hargikeste abil pindadeks, mis moodustavad kindla osa raami üldpindadest. 0,25-m² arvestuslappide korral on

etalonraami mõõtmed $15,8 \times 15,8 = 250 \text{ cm}^2$, s. o. $\frac{1}{10}$ arvestuslapi, ja ta on jaotatud järgmiselt: 1) $15,8 \times 6,2 = 100 \text{ cm}^2$, s. o. $\frac{1}{25}$; 2) $7,9 \times 3,16 = 25 \text{ cm}^2$, s. o. $\frac{1}{100}$; 3) $5 \times 5 = 25 \text{ cm}^2$, s. o. $\frac{1}{100}$.

Määramisel paigutatakse etalonraam rõhtsalt taimkattesse ja ülalt läbi etalonraami hinnatakse umbrohtude esinemust – projektiivset katvust (%).

Hindamine agrobioloogiliste rühmade viisi pole võimalik, kuid eraldi saab vajaduse korral siiski välja tuua lühiealiste (Pk_e) ja pikaealiste umbrohtude projektiivse katvuse (Pk_p). Kui näiteks $Pk_e = 25 \%$ ja $Pk_p = 15 \%$, siis Pk_u on 45 %.

Rühm ja katvus- lappide arv	Lühiealiste umbrohtude projektiivne katvus (Pk_e) %					Pikaealiste umbrohtude projektiivne katvus (Pk_p) %					Umbrohtude üldine projektiivne katvus (Pk_u) %				
	Arvestuslapi nr		Keskmine			Arvestuslapi nr		Keskmine			Arvestuslapi nr		Keskmine		
	1	2	3	4	jne	1	2	3	4	jne	1	2	3	4	jne

10.1.5. Umbrohtude rindelisuse määramine

Umbrohtude rindelisuse all mõistetakse nende suhtelist kõrgusjaotumust mullalähedases atmosfääris võrreldes kultuurtaimede kõrgusega.

Rindelisus võimaldab 1) hinnata külve fütotsünootilisest aspektist, olles seega taimekoosluste struktuuri näitaja; 2) iseloomustada külve umbrohtude ohtruse ja nende varje- ning konkurentsivõime seisukohalt.

Rindelisuse hindamiseks on mitmeid meetodeid, millest kõige tänapäevasemaks võib pidada K. A. Timirjazevi nim. Moskva Põllumajanduse Akadeemia maaviljeluse kateedris A. Tulikovi poolt väljatöötatud **fütotsünootiliste kriteeriumide meetodit**.

Meetodi olemus seisneb selles, et taimekoosluste rindelisuse määramisel võetakse arvesse nende fütotsünootilisi iseärasusi: kultuurtaimede ja umbrohtude kõrgust ning nende mõju keskkonnale, taimede bioloogilisi iseärasusi ja umbrohtude projektiivse katvuse võimet. Seejuures eristatakse järgmisi rindelisuse klasse (tabel 12).

10.1.6. Umbrohtude esinemissageduse määramine

Vajalikud vahendid: 1) ruudu- või ristkülikukujulised raamid pindalaga 0,25 m².

Esinemissageduse all mõistetakse tavaliselt umbrohuliigi arvestuslappidel esinemise sagedust protsentides arvestuslappide koguarvust.

Arvutatakse järgmise valemi abil:

$$R = \frac{m}{n} \cdot 100, \text{ kus}$$

R – antud liigi esinemissagedus %;

m – arvestuslappide arv, kus antud liik esines;

n – arvestuslappide koguarv.

Umbrohtude rindelisuse määramise kriteeriumid kultuurides

Tabel 12

Rindelise klassid	Rindelisuse nimetus	Umbrohtude rinde suhteline kõrgus võrreldes kultuurtaimedega	Umbrohtude seisukord ja areng	Üldise projektiivse katvuse ulatus
IV	Ü—ülarinne	Ületavad kasvukõrguse poolest kultuurtaimi (ohakad, pujud jt)	Taimed kõrgekasvulised, normaalse või tugevate maaapealsete organitega	On oluline vaid rinde ebaühtlasel kujunemisel
III	K—keskrinne	Ei ületa kõrguselt kultuurtaimi, kuid on üle 1/2 nende kõrgusest (rukkilill, äiakas, soo-nõianõges, konnatatar jt)	Taimed normaalselt või nõrgalt arenenud, vahel ka väändunud	Mitte alla 10 %
II	A—alarinne	Ei ületa 1/2 kultuurtaimede kõrgusest, kuid on üle 8...10 cm kõrged (hiirekõrv, põld-litterhein jt)	Taimed normaalselt või nõrgalt arenenud, vahel ka väändunud	Mitte alla 10 %
I	M—mulla-pinna-lähedane rinne	Kõrgus alla 8...10 cm	Tõusmed; tugevasti allasurutud umbrohud; normaalselt arenenud madalakasvulised ja roomavad umbrohud (maajalg, hani-jalg jt)	Mitte alla 10 %

Vajaduse korral võib arvutada umbrohtude esinemissageduse ka agrobioloogiliste rühmade viisi.

Määramisel tuleb kinni pidada järgmistest nõuetest: 1) arvestatakse ainult neid taimi, mille juured asuvad arvestuslapi piiride sees; 2) arvesse võetakse iga liik, sõltumata selle arvukusest (kas või üks taim).

Esinemissageduse hindamine järgneb avaliselt umbrohtude arvukuse määramisele. Arvestuslappide arv peaks igal katselapil olema vähemalt 4...5, seega nelja kordusega katses iga variandi 16...20 arvestuslappi.

10.3. Umbrohtumuse hindamise visuaalsed meetodid

Visuaalseid meetodeid rakendatakse nende väiksema täpsuse, kuid suurema tööviljakuse tõttu peamiselt tootmiskatsetes ja loetluses. Kõik rakendatavad meetodid võib jaotada kolme rühma: arvutuslikud, projektsioonilised ja kombineeritud.

10.3.1. A. Tulikovi visuaalne arvutuslik meetod

Selle meetodi alusel määratakse umbrohtumuse absoluutarvudes pinnahiku kohta. Meetod võimaldab määrata umbrohtumust kõigis kultuurides ja kõigil kõlvikutel. Visuaalse hindamise skaala on välja töötatud niisuguse arvestusega, et saab määrata põldude umbrohtumuse astme kogu tõenäolise ulatuse ja osutub võimalikuks andmete matemaatiline läbitöötamine ning üldistamine kogu põllu, külvikorra jne kohta (tabel 13).

Hindamisel eelneval päeval määratakse marsruut, mis peab võimalikult ulatuslikult haarama uurimiseks valitud ala. Marsruut peaks kulgema piki põldu. Kitsal ja pikal põllul piisab kahest rööbitisest käigust, kompaktsema kujuga põldudel tuleb teha kolm kuni neli käiku. Ühe hektari kohta peaks määramiskohti olema 1...2. Marsruut tuleb valida nii, et see haaraks erinevaid põlluosi. Määramiskohtades peatutakse ning alustatakse vaatlust. Kõigepealt määratakse umbrohud 1-m raadiusega ringis ning märgitakse seal esinevad liigid + märgiga andmetabelisse nr 1 (tabel 14 A). Seejärel kantakse andmetabelisse nr 2 (tabel 14 B) visuaalse hinnangu alusel umbrohtumuse pallides hindamiskaala järgi.

Tabel 13

Umbrohtude arvukuse visuaalsuse hindamise skaala

Hindepallid vastavalt umbrohtumuse astmele	Lühiealised umbrohud		Pikaealised umbrohud		Umbrohtumuse aste
	Arvukusklasside intervallid tk/m ²	Arvukusklasside keskmised tk/m ²	Arvukusklasside intervallid tk/m ²	Arvukusklasside keskmised tk/m ²	
1	1...30	16	0,1...1,0	0,5	Väga nõrk
2	31...100	65	1,1...3,0	2,0	Nõrk
3	101...200	150	3,1...6,0	4,5	Keskmine
4	201...300	250	6,1...10,0	8,0	Tugev
5	301...500 ja rohkem	400	10,1...15,0 ja rohkem	12,5	Väga tugev

Tabel 14 A

Andmetabel nr 1
Umbrohtude esinemissageduse määramine

Rajoon	
Kolhoos (sovhoos)	
Osakond	
Brigaad	
Külvikorra nr	
Põllu nr	
Põllu pindala	ha
Kultuur	
Sort	

Umbrohu liik	Määramiskohad järjekorras							Määramiskohtade arv, kus antud liik esines	Esinemissagedus %
	1	2	3	4	5	6	7 jne		

Tabel 14 B

Andmetabel nr 2
Umbrohtude arvukuse visuaalseks määramiseks

Jrk nr	Umbrohurühma nimetus	Määramiskohad järjekorras							Hindepallide ruutude summa	Hindepalle keskmi selt
		1	2	3	4	5	6	7 jne		
1.	Lühiealised kaheidulehelised, 2,4-D ja 2,4M-4X suhtes tundlikud									
2.	Lühiealised kaheidulehelised, 2,4-D ja 2,4M-4X suhtes vastupidavad									
3.	Lühiealised üheidulehelised									
	Kõik lühiealised									
4.	Pikaealised kaheidulehelised, 2,4-D ja 2,4M-4X suhtes tundlikud									
5.	Pikaealised kaheidulehelised, 2,4-D ja 2,4M-4X suhtes vastupidavad									
6.	Pikaealised üheidulehelised									
	Kõik pikaealised									
	Kõik umbrohud									

Andmetabelis nr 2 on toodud kuus põllumajanduslikult kahjulike umbrohtude rühma, mis umbrohtude kaardil tähistatakse järgmiselt:

1. rühm — kollase värvi või vertikaalsete punktiirjoontega;
2. rühm — rohelise värvi või pidevate vertikaaljoontega;
3. rühm — sinise värvi või vahelduvate vertikaalselt kulgevate pidevate ja punktiirjoontega;
4. rühm — helesinise värvi või horisontaalsete punktiirjoontega;
5. rühm — punase värvi või pidevate horisontaaljoontega;
6. rühm — pruuni värvi või vahelduvate horisontaalselt paiknevate pidevate ja punktiirjoontega.

Kui ei peeta vajalikuks rühmi eraldi vaadelda, siis võib piirduda koondrühmade (lühiealised, pikaealised ja kõik umbrohud) hindamisega.

Et omandada hindamiskogemusi, on otstarbekas esimestel määramiskohtadel pärast visuaalset hindamist määrata umbrohtude arv 0,25 m² l ka loendamise teel ja siis võrrelda tulemusi.

Andmete vormistamisel arvutatakse andmetabelis nr 1 umbrohtude esinemissagedus %-des vastavalt varem antud metoodikale. Andmetabelis nr 2 arvutatakse kõigepealt umbrohtumuse hindepallid üksikrühmadele järgmise valemi abil:

$$N_{x_i} = \sqrt{\frac{\sum b_i^2}{n}}, \text{ kus}$$

- N_{x_i} — umbrohurühma määramiskohtade keskmine hindepallide arv (a — umbrohurühma järjekorra nr 1, 2 ... 6);
 b_i — määramiskoha hindepallide arv (i — määramiskoha järjekorra nr 1 ... n);
 n — määramiskohtade arv.

Näide. Arvutada keskmine umbrohtumus pallides lühiealiste kaheiduleheliste, herbitsiididele 2,4-D ja 2,4M-4X tundlike umbrohtude rühmas ($a=1$), kui $n=10$ ja on saadud järgmised hindepallid: 1; 2; 5; 3; 2; 1; 0; 4; 3; 1.
 Valemissse märgitakse hindepallide ruudud.

$$N_{x_1} = \sqrt{\frac{1+4+25+9+4+1+0+16+9+1}{10}} = \sqrt{\frac{70}{10}} = 2,7.$$

Seejärel arvutatakse eraldi kõigi lühiealiste ja seejärel pikaealiste umbrohtude rühmade keskmine määramiskohtade kaupa valemiga

$$N_{x_i} = \sqrt{\sum b_{ai}^2}, \text{ kus}$$

N_{yi} — lühiealiste või pikaealiste kõigi rühmade keskmine hindepallide arv määramiskohal (i — määramiskoha järjekorranr 1 ... n)

b_a — lühiealiste või pikaealiste üksikrühmade ($a = 1, 2 \dots 6$) hindepallide arv määramiskohal.

Näide. Määrata lühiealiste umbrohtude kõikide rühmade keskmine umbrohtumus esimesel määramiskohal ($i = 1$), kui kolmele rühmale on saadud järgmised hindepallid: 1, 2, 2. Valemissse märgitakse hindepallide ruudud.

$$N_{y_i} = \sqrt{1+4+4} = \sqrt{9} = 3,0.$$

10.2.2. A. Maltsevi visuaalne arvutuslik meetod

See meetod on Nõukogude Liidus tootmistingimustes kõige levinum. Umbrohtude esinemist hinnatakse silma järgi ning võrreldakse kultuurtaimede arvukuse ja kasvutihedusega.

Umbrohtumust hinnatakse pallides vastavalt nende hulga (tabel 15).

Tabel 15
Umbrohtude arvukuse hindamise skaala

Hindepallid	Umbrohtude arvukuse astmete iseloomustus	Umbrohtumuse astmed
1	Esinevad üksikud umbrohud	Nõrk
2	Umbrohte esineb vähesel määral, osast neist pole kultuurtaimede hulgas hästi märgatavadki	Keskmine
3	Umbrohte esineb hulgaliselt, kuid kultuurtaimed on siiski ülekaalus	Tugev
4	Umbrohte on massiliselt, nad on ülekaalus ning lämmatavad kultuurtaimi	Väga tugev

Enne määramist tutvutakse põldude mineviku ja kultuuride seisundiga ning valitakse hindamiseks võimalikult ühesuguse mullastiku, agrotehnika ja viljavaheldusega põllud. Hindamisel läbitakse põld üht või mõlemat diagonaali mööda. Selle käigus hinnatakse 1) üldist umbrohtumust kõigi umbrohtudega; 2) umbrohtumust agrobioloogiliste rühmade viisi; 3) määratakse ka umbrohtude liigiline koosseis.

Kogutud andmed kantakse järgmisevormilisse tabelisse.

Põld või põlvkond nr	Üldine umbrohtu- mus pal- lides	Umbrohtumus agrobioloogiliste rühmade kaupa												Esinevate umbrohuli- kide loetelu
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	

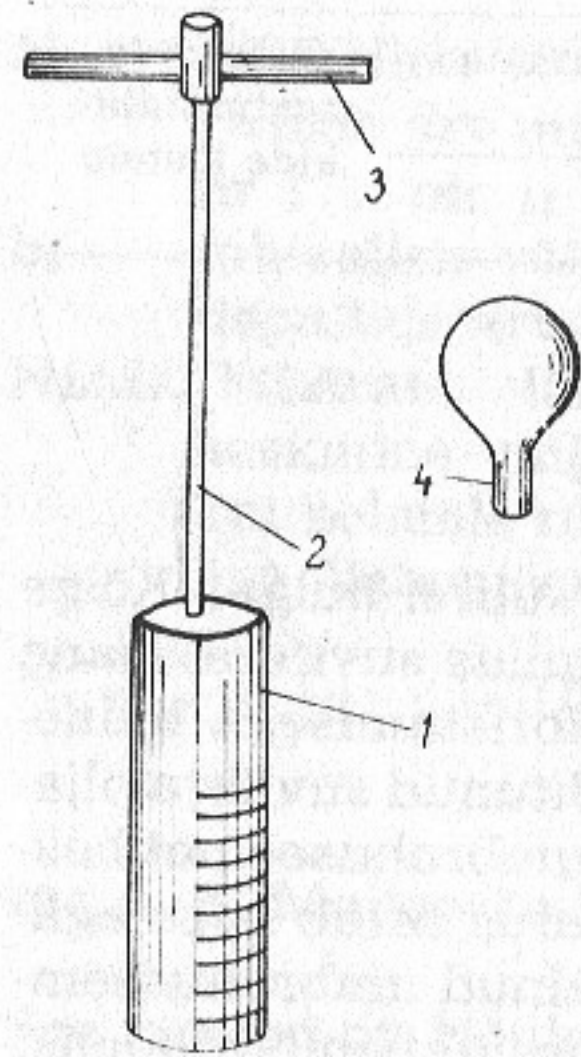
10.3. Umbrohuseemnete varu mullas

Umbrohuseemneid satub igal aastal mulda suurel hulgal. Kõige enam suurendab umbrohuseemnete varu mullas suviteraviljade monokultuur, eriti siis, kui suviteraviljade koristamisega hilinetakse. S. Kõtti andmeil võib tugevasti umbrohtunud suviteraviljade koristamisel variseda 200 ... 300 miljonit umbrohuseemet hektari kohta. Praeguse koristustehnoloogia juures satub koos agrotehnika põllule ka enamik kombainist läbikäinud umbrohuseemneid. Väga suurel hulgal tuuakse põldudele idanemisvõimelisi umbrohuseemneid käärimata sõnnikuga.

Eri umbrohuliikide seemned ei idane pärast mulda sattumist ühel ajal, nad võivad mullas eluvõimelistena püsida erineva aja vältel. Mõned neist hävivad 1 ... 2 aasta pärast, paljud aga on mullas idanemisvõimelised üle 10 või enama aasta. Kuivades liiv- ja tugevasti leetunud muldades püsivad umbrohuseemned puuduliku niiskuse ja õhustatuse või mikroorganismide vähesuse tõttu pikka aega idanemisvõimelistena. Kõik need asjaolud teevad mulla künnikihi puhastamise umbrohuseemnetest keeruliseks aga võimalda nende üheaegset hävitamist. Seepärast on umbrohukutõrjesüsteemi täiustamiseks vaja teada mullas esinevate idanemisvõimeliste umbrohuseemnete varu ja nende dünaamikat.

10.3.1. Umbrohuseemnete varu määramine mullas EPA maaviljeluse kateedri metoodika järgi

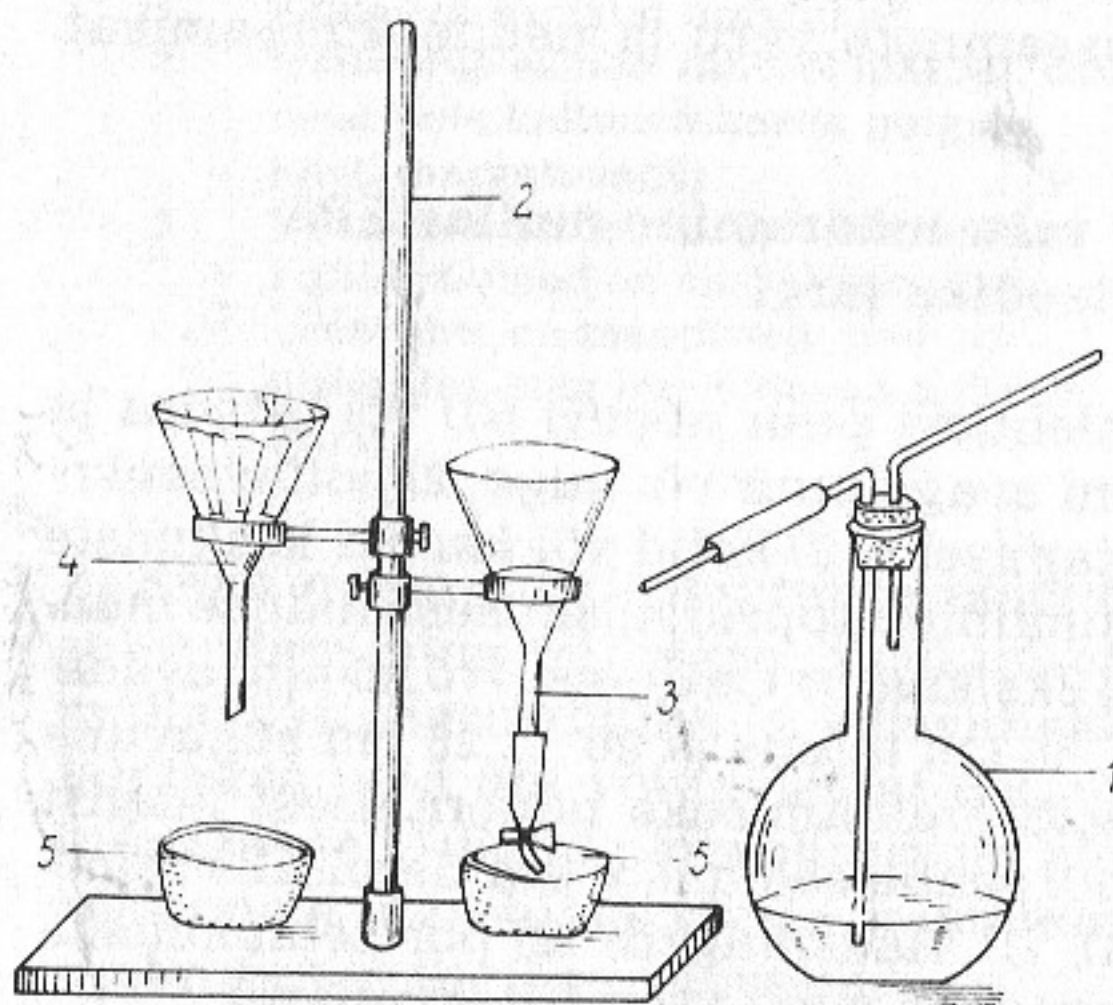
Vajalikud vahendid: 1) Kalentjevi puur (joonis 53) või labidas ja väike, 5 cm pikkune 5×5-cm avaga puur või nuga; 2) polüeteenkotid 2 ... 3 kg mulla mahutamiseks; 3) kotid või karbid keskmiste mullaproovide jaoks; 4) alumiiniumtopsid niiskusesisalduse määramiseks; 5) termostaat; 6) eksikaator CaCl_2 -ga; 7) 0,25-mm avadega sõel; 8) vähemalt 40 ... 50 cm laiune ja 20 ... 25 cm sügavune vann; 9) kemikaal seemnete eraldamiseks mineraalsest jäägist (ZnCl_2 , NaCl või K_2CO_3); 10) seade seemnete eraldamiseks mineraalsest jäägist (joonis 54); 11) klaaspulgad; 12) portselankausid; 13) filterpaber; 14) 3-mm avadega sõel; 15) mõõtejoonlaud.



Joonis 53. Kalentjevi puur, mis vastavalt otsa tarbele võib olla sisselõigetega jaotatud 1; 2; 2,5; 5 cm jne osadeks.
1 – puuri sisselõigetega tööorgan; 2 – vars; 3 – käepide; 4 – süber (neid peab olema vähemalt 2) proovi kihtidesse jaotamiseks

Määramine koosneb kolmest üksteisele järgnevast etapist:
1) mullaproovide võtmine;
2) ibeosakeste eraldamine mullaproovidest;
3) umbrohuseemnete eraldamine mullaproovide mineraalsest jäägist.

Mullaproovide võtmine. Mullaproovid võetakse Kalentjevi puuriga 16 kohast, mis paiknevad uuritava põllul, põlluosal või katselapil ühtlaselt. Valitud kohas surutakse puur vertikaalselt ettenähtud sügavuses mulda. Seejärel eraldatakse puuri pöörates puuris olev muld aluskihi mullast ja puuri pöörämist jätkates



Joonis 54. Seade umbrohuseemnete eraldamiseks mullaproovide mineraalsest jäägist: 1 – pesupudel veega; 2 – statiiv; 3 – lehter kummitoru ja näpitsa; 4 – lehter filterpaberi; 5 – portselankausid

lämmatakse see aeglaselt mullast välja. Sõltuvalt uurimise eesmärgist jaotatakse proov vastavalt puuri jaotusele siibrikete abil 1... 10-cm kihtideks (näit. 0... 5; 6... 10; 11... 15; 16... 20; 21... 25 või 0... 10; 11... 20 jne).

Puuri puudumisel võetakse proovid labidaga. Mulda kaevatakse vertikaalse seinaga süvend, millest vastavatest sügavustest 0... 5; 6... 10 jne.) võetakse võrdse massiga proovid. Soovitatakse proovivõtmiseks kasutada 5 cm pikkust 5×5-cm avaga puuri. Seele puudumisel võib proovikihid mõõtejoonlaua abil mõõta ja nuga lahti lõigata.

Et vähendada edaspidist töömahtu, kasutame proovide ettevalmistamisel K. A. Timirjazevi nim. Moskva Põllumajanduse Akadeemia professori B. Dosphehovi väikeste proovide meetodit. Nimelt ühendame uuritava pinnalt (põld, põlluosa, katselapp jne) võetud 16 proovi horisontide kaupa nii, et saame proovid 1) 0... 5 cm; 2) 6... 10 cm; 3) 11... 15 cm; 4) 16... 20 cm; 5) 21... 25 cm või 1) 1... 10 cm; 2) 11... 20 cm; 3) 21... 30 cm. Lihtsustamiseks soovitatakse proovid vastavalt proovivõtmise sügavusele juhtida võtmise käigus järjest ühendada. Selleks on vajalikud umbes 3... 3 kg mulda mahutavad kotid, mis on etiketitud järgmiselt.

Proovivõtmise koht (variandi või katselapi nr):

Aeg:

Proovivõtmise sügavus cm:

Iga koondproov (massiga umbes 2... 3 kg) segatakse hoolikalt puhtal alusel (plastikaat, puit vm) ja sellest võetakse keskmine proov massiga 300 g, mis kuivatatakse õhukuivaks, paigutatakse kotti või karpi, etiketatakse ning toimetatakse umbrohuseemnete määramiseks ettenähtud kohta.

Ibeosakeste eraldamine mullaproovidest. Igast määramisele tulevast õhukuivast mullaproovist võetakse kaks keskmist proovi massiga à 100 g ja mõlemas määratakse umbrohuseemnete sisaldus. Üheaegselt sellega võetakse 30... 40 g mulda alumiiniumtopsi ja määratakse mulla niiskuse- ja kuivainesisaldus. Seejärel alustatakse ibeosakeste eraldamist: mullaproov paigutatakse ruudukujuliste 0,25-mm avadega sõelale, mille ääre kõrgus on vähemalt 5... 7 cm. Hoides parema käega sõela, paigutame selle 3/4 ulatuses veega täidetud laia vanni poole kõrguse sügavuselt (3... 4 cm). Vasaku käega peenendame mullatükke. Samal ajal liigutame parema käega sõela yees üles-alla, mis kiirendab ibeosakeste eraldumist. Pesemist jätkatakse seni, kuni sõelale jäävad ainult mineraaliosad, umbrohuseemned ja muu taimne materjal (juured jne).

Ibeosakesi võib välja pesta jooksva vee all. Kraani otsa on selleks vaja kinnitada kummivoolik, millega saab vajaduse korral ka suunata veejuga. Sõela hoitakse kas vasaku või parema käega veejoa all, teise käega peenendatakse aga mullatükke. Pestud proov pannakse koos sõelaga termostaati ja kuivatatakse 40 °C juures. Kuivatatud proovist eraldatakse suuremad seemned ja mineraalosad 3-mm sõela abil. Mineraalosad ja seemned, mis jäid 3-mm sõelale, valatakse valgele paberile või sorteerimislauale ning sealt eraldatakse luubi ja pintsettide abil umbrohuseemned. Väiksemad umbrohuseemned, mis läbivad 3-mm sõela, eraldatakse suure erimassiga (tihedusega) lahuste abil.

Umbrohuseemnete eraldamine mullaproovide mineraalsest jäägist. Selleks kasutatakse suure erimassiga (üle 1,5 g/cm³) vedelikke, millest enam levinud on 1) 70-% ZnCl₂ lahus, mille erimass on 1,96 g; 2) küllastunud NaCl lahus (sellega mullas kaasa aega seisnud umbrohuseemneid eraldada ei saa); 3) potase (K₂CO₃) 53-% lahus, mille erimass on 1,56 g. Sobivaimaks neist tuleb pidada potase 53-% lahust, mille valmistamiseks on vaja 3 kg potast lahustada 1,8 l vees. Et potas kiiremini lahustuks, tuleb vett soojendada ja lahust segada.

Umbrohuseemnete eraldamisel peenfraktsioonist kasutatakse laiakaelalist klaas- või plastmasslehtrit, mis kinnitatakse statii-
le (joonis 54, 2). Lehtri otsa kinnitatakse kummitoru koos näpitsa või korgiga. Lehter täidetakse poolest saadik suure erimassiga lahusega. Lehtri alla asetatakse portselankauss. Mineraalosa-
keste fraktsioon koos umbrohuseemnetega (Ø 0,25 ... 3 mm) pul-
tatakse lehtrisse lahuse peale. Klaaspulgaga segatakse seni, kuni
ka kõige väiksemad mineraalosakesed on põhja vajunud. Kui
umbrohuseemned on eraldunud ja hõljuvad lahuse pinnal, ava-
takse kummivooliku näpits või kork ja lastakse osa lahust portse-
lankaussi. Seejuures pigistatakse vasaku käega kummitoru koki-
ku ja parema käega avatakse näpits. Pärast mineraalosa eral-
dumist suletakse toru. Osa lahust jäetakse lehtrisse. Portsela-
kaussi lastud segule lisatakse veel suure tihedusega lahust ja se-
gatakse klaaspulgaga seni, kuni kõik kaasaläänud seemned on
pinnale tulnud. Nüüd valatakse lahus mineraalosa pealt koos
umbrohuseemnetega tagasi lehtrisse. Valamisel tuleb portselan-
kaussi keerata, et ka seinal olevad seemned lehtrisse kanduksid.
Seda võtet korratakse seni, kuni kõik seemned on eraldunud. Kui
koos lahusega satub lehtrisse mineraalosakesi, tuleb need eemal-
dada kummitoru abil. Kui seemned on mineraalosa kehest eral-
datud, võetakse teine lehter, mis paigutatakse statiivile või pude-
lile, kus säilitatakse lahust. Lehtrisse asetatakse filterpaber ja
esimesest lehtrist valatakse lahus koos seemnetega teise lehtri-

sa. Valamise ajal keeratakse lehtrit, et seemned seinale ei jääks.
Kui lahus on filtreerunud, võetakse filter koos seemnetega ette-
vaatlikult lehtrist ja pannakse lahtiselt portselankaussi ning kui-
vatatakse termostaadis või ahjukapis, kus temperatuur on 40 °C.

Pärast kuivamist kantakse seemned filtrist valgele paberile,
kus nad luubi all sorteeritakse ja lisatakse jämedast fraktsioonist
(üle 3 mm) saadud seemnetele.

Kõik seemned eraldatakse liikide järgi ja loendatakse. Saadud
andmed kantakse järgmisevormilisse tabelisse.

Proovi nr ... ; võtmise koht ... (katselapi nr ... ; majand ... ; põllu
nr ...) ; aeg (kuupäev, aasta) ... ; kultuur ... ; mullatüüp ... ja liik

Umbrohuseemnete liigid	Umbrohuseemnete arv paralleelmääramistel sügavuse järgi				Keskmine		Kokku umbrohuseemneid 0..20-cm mullakihist võetud proovis tk	Umbrohuseemnete arv mullakihtides tk/m²		
	1		2		0... 11... ... 10 ... 20			0... 11... ... 10 ... 20	11... 20... ... 20 ... 20	0... 20... ... 20 ... 20
	0... 11... ... 10 ... 20	11... 20... ... 20 ... 20	0... 11... ... 10 ... 20	11... 20... ... 20 ... 20				0... 11... ... 10 ... 20	11... 20... ... 20 ... 20	0... 20... ... 20 ... 20
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Umbrohuseemnete hulga arvestamiseks on tarvis teada ana-
lysaalika võetud õhukuivade mullaproovide (à 100 g) absoluutkuiva
massi. Ühe proovi absoluutkuiv mass leitakse järgmiselt:

$$B_1 = \frac{B_2(b_3 - b_1)}{b_2 - b_1} = \frac{100 \cdot (b_3 - b_1)}{b_2 - b_1}, \text{ kus}$$

- B₁ – absoluutkuiva mullaproovi mass g;
- B₂ – õhukuiva mullaproovi mass (antud juhul 100 g);
- b₃ – alumiiniumtopsi + absoluutkuiva mulla mass g;
- b₁ – alumiiniumtopsi mass g;
- b₂ – alumiiniumtopsi + õhukuiva mulla mass g.

Edasi on vaja teada uuritava mullakihi (s. o. kiht, kust proov
võeti) massi pinnaühiku (m², ha) kohta. Selle leidmiseks peame
teadma mulla lasuvustihedust e. mahumassi (D_m). Uuritava mul-
lakihi massi (kg) 1 m² kohta leiame järgmiselt:

$$M = \frac{h \cdot S \cdot D_m}{1000} = h \cdot 10 \cdot D_m, \text{ kus}$$

- M – uuritava mullakihi absoluutkuiv mass kg/m²;
- h – uuritava mullakihi tusedus cm;

S — 1 m² pindala cm²-tes, s. o. 10000;

D_m — uuritava mulla lasuvustihedus e. mahumass g/cm³.

Seejärel leiame juba umbrohuseemnete hulga uuritavas mul-
lakihi 1 m² kohta (X):

$$X = \frac{M \cdot A}{B_3}, \text{ kus}$$

M — uuritava mullakihi absoluutkuiv mass kg/m²;

A — umbrohuseemnete arv mullaproovis tk;

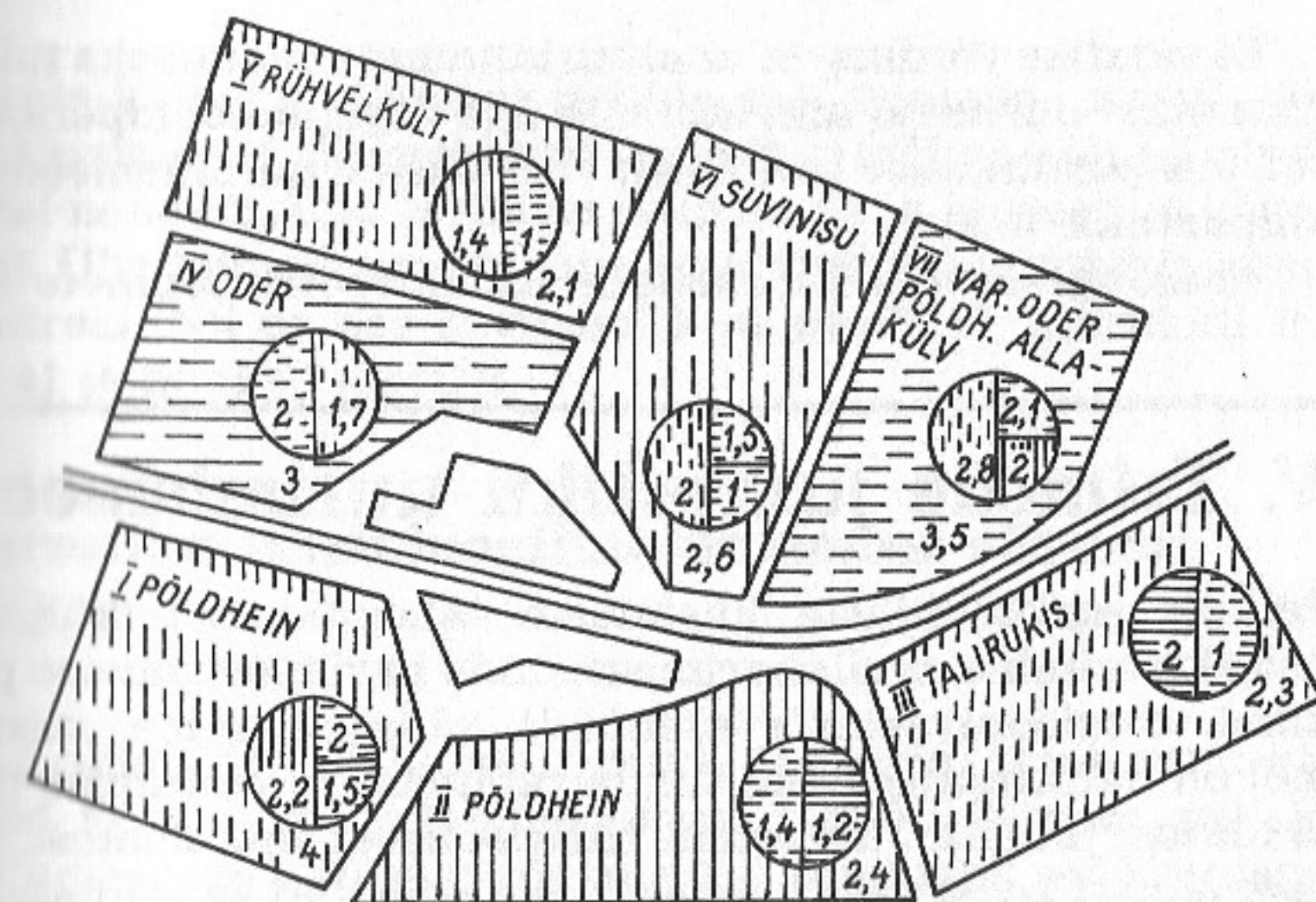
B_3 — mullaproovi absoluutkuiv mass kg.

10.4. Umbrohtude kaardistamine ja kaardiandmete kasutamine

Umbrohtude määramisandmed on aluseks teaduslikult põhjen-
datud integreeritud umbrohutõrjesüsteemide väljatöötamisel
piirkonniti ja ka majanditi.

Plaanipärase e. süsteemse uurimise käigus saadud andmete
näitlikustamiseks ja analüüsi ning sünteesi lihtsustamiseks on
vaja kogutud materjali alusel koostada kõlvikute ja põldude umb-
rohtumuse kaart.

Umbrohtumuse kaardi (kartodiagrammi) koostamiseks joonis-
tatakse kõigepealt uuritava majandi, osakonna või brigaadi maa-
kasutusplaan, kus oleksid piiritletud kõik maakasutusüksused
koos järgmiste andmetega: maakasutusüksuse nr, suurus (ha), vil-
jeldav kultuur. Plaani peavad olema märgitud ka põllumajandus-
likust kasutusest väljajäänud alad ja nende suurus (ha). Seejärel
tehakse plaanidest vajalikul hulgal (10 ... 15 eks) valguskoopiald.
Vastavalt umbrohtumuse määramisel rakendatud metoodikale,
eriti määramisüksuste suurusele (kogu maakasutusüksus, osa
sellest, 1, 3, 5 ... 10 ha), valitakse ka andmete kaardistamise viis.
Vähedetailsete uurimiste korral, kus maakasutusüksuste umb-
rohtumust hinnatakse pallides, võib kasutada K. A. Timirjazevi
nim. Moskva Põllumajanduse Akadeemia metoodikat. Selleka-
joonestatakse iga maakasutusüksuse kontuuri alumisse parem-
poolsesse nurka vähemalt 1-cm ringdiagramm. Kaardistatakse
andmed 3 ... 4 arvukama agrobioloogilise rühma esinemise koh-
ta maakasutusüksusel, kusjuures kõige massilisemalt
esineva rühma hindepallid märgitakse ringdiagrammi alla ja
kogu maakasutusüksus (välja arvatud ringdiagramm) viirutatak-
se vastavalt ettenähtud märgistusele. Hindepallid ülejäänud



Joonis 55. 7-väljalise kõlvikorra umbrohtumise kaart

3 ... 4 arvukama rühma kohta kantakse ringdiagrammi sektoris-
se ja sektorid viirutatakse ettenähtud märgistuses vastavalt
umbrohtude leviku proportsioonidele. Kasutatavad tingmärgid
soovitatav analoogselt A. Tulikovi visuaalse meetodiga) seleta-
takse kaardi nurgal (joonis 55).

Umbrohtumust võib sõltuvalt eesmärgist ja vajadusest määra-
ta ka teistsuguse jaotuse järgi, kui seda soovib A. Tulikov. Näi-
taks võib jaotada umbrohud nii: 1) lühiealised; 2) pikaealised paik-
sed; 3) pikaealised rändlikud jne.

Umbrohtude uurimise täpsemad andmed esitatakse järgmise-
kuulise tabelina.

Umbrohtude koosseis ja esinemissagedus

Agrobioloogi- line rühm	Umbrohu- liik	Kasutusüksuse nr		kultuur		pindala
		nr 25, tali- rukis, 32 ha	nr 26, tali- rukis, 29 ha	nr 27, pöld- hein I, 37 ha	nr 28 oder, 28 ha	
						jne

Detailsemate uurimiste korral on otstarbekohane valmistada
iga maakasutusüksuse või kõlvikorravälja kohta eraldi plaanid
ja sõltuvalt määramisüksuse suurusest (1 ... 10 ha) jaotada need
vastavalt mõõtkavale osadeks. Edasine andmete kaardistamine
ja tabelisse kandmine on analoogne eespool tooduga.

Et vajalike võrdlus- ja analüüsiandmete saamiseks tuleb kaardistamine uuritava alal läbi viia ühe vegetatsiooniperioodi jooksul, siis kasutatakse peamiselt visuaalseid uurimismeetodeid (vt alapeatükk 10.2).

Analoogselt võib kaardistada ka umbrohuseemnete varu.

V. Taimede juurestiku uurimismeetodid

Paljude agrotehniliste küsimuste lahendamisel (külvikordade projekteerimine, mullaharimisriistade harimissügavuse planeerimine, erosioonivastaste abinõude väljatöötamine, niisutamine jne) on hädavajalik hästi tunda taimejuurte jaotumise iseloomu ja ulatust mullas. Juurestiku paiknemisest, mõõtmetest, massilisest keemilisest koostisest jt omadustest sõltuvad ka mullatekkeprotsessid, muldade orgaanilise aine sisaldus ja agrofüüsikalised omadused. Umbrohtude juurestiku omaduste ja iseärasuste tundmine võimaldab välja töötada efektiivseid kompleksse umbrohutõrje võtteid vegetatiivselt paljunevate risoomidega ja roomjuureliste umbrohtude tõrjeks jne.

Seega on taimede juurestiku süstemaatiline uurimine väga tähtis ja selleks kasutatavaid uurimismeetodeid peab tundma.

1. Juurestiku uurimismeetodid taimede kasvukohal

Taimede juurestik paikneb mullas sarnaselt ümberpööratud koonusega, s. t. juurtemass väheneb sügavuse suunas. Künnikiht on koondunud ligikaudu 70 ... 90 % kogu juurtemassist ja 50 ... 60 % juurte kogupikkusest.

Juurestiku muldatungimise sügavuse järgi jaotuvad kultuurtaimed kolme rühma:

- 1) **sügavajuurelised** — juurte muldatungimise sügavus 1,5 ... 2 m või enam (lutsern, lupiin, päevalill, peet jt);
- 2) **keskmise juurepikkusega kultuurid** — juured tungivad keskmiselt 1 m sügavuseni mulda (ristikud, teraviljad jt);
- 3) **madalajuurelised** — juured tungivad mullas harva 1 m sügavusele (kartul, lina, hernes jt).

Muldatungimise sügavuse kõrval omab suurt tähtsust ka juurte levik horisontaalsuunas.

Juurte muldatungimise sügavus ja horisontaalne ulatus iseloomustavad kultuuride üldist haabitust, nende juurestiku või

juurte haarata kindel mullamass ja luua seal taimede toitumiseks soodsad tingimused. Taimeluure omastamisvõime oleneb olulisel määral nende mullas levimise iseloomust ja juurestiku kogupikkusest. Ühe taime juurte pikkus on ainuüksi künnikihis kümneid meetreid. Nii on see suvinisul keskmiselt 18, talirukkil 16, lätinisel 41 ja linal 45 meetrit.

1.1. Juurestiku morfoloogiline uurimine süvendi meetodil

Vajalikud vahendid: 1) labidas; 2) nuga; 3) käärid; 4) pintsetid või sõõrstatid; 5) 10 ... 15-l kummivoolikuga veenõu; 6) raam, millele on punutud peenest nõõrist või traadist ruudustik mõõtmetega 8×8 või 10×10 cm; 7) traatobadused raami kinnitamiseks; 8) veealustern koos voolikuga; 9) fotoaparaat; 10) joonistuspaper ja pliiats; 11) mõõtejoonlaud; 12) termostaat; 13) alumiiniumtopsid; 14) skaalaator CaCl_2 -ga.

See meetod võimaldab saada kõige objektiivsema pildi juurestiku levikust ja paiknemisest mullas ning juurte morfoloogiast.

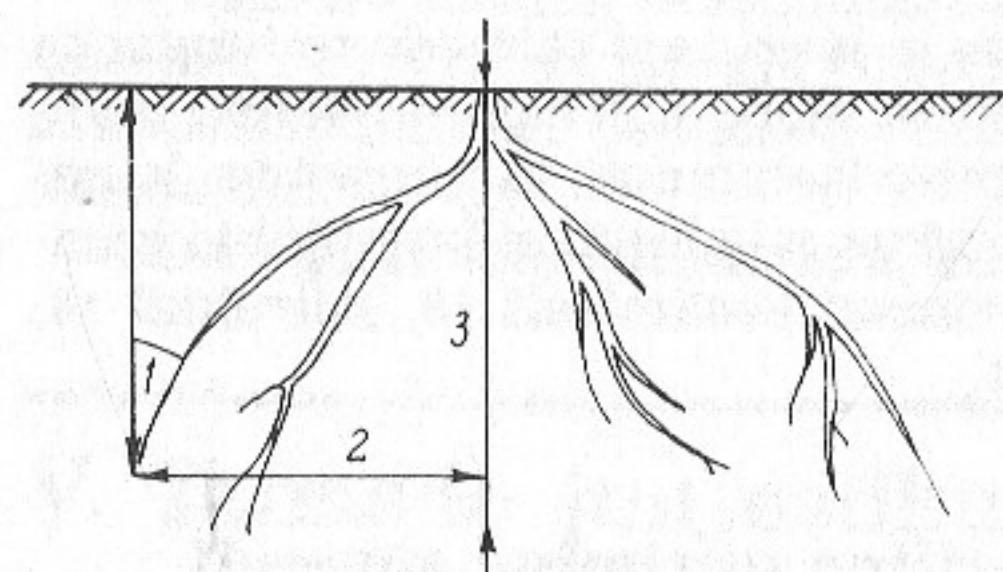
Uurimise läbiviimiseks kaevatakse süvend selliselt, et uuritavad taimed jääksid süvendi esiseinast 10 ... 15 cm kaugusele. Parast taimede loendamist, kirjeldamist ja kõrguse määramist eeldatakse maapealsed taimeosad ära ja kuivatatakse edasisteks uurimisteks.

Seejärel eraldatakse juured mullast kas kuivalt või veejoa abil.

Kuivalt eraldamine. Süvendi vertikaalsel seinal alustatakse painutatud otsaga pintsetipoolme või uuristiga juurte järkjärgulist puhastamist mullast. Kui muld on kõva või liiga kuiv, siis niisutatakse seda ettevaatlikult veenõust kummivoolikuga. Töö kestust tehakse vaatlusi ja märkmeid: loendatakse juuri ja iseloomustatakse nende hargnemist. Vajalikus ulatuses mullast vabastatud juured joonestatakse või fotografeeritakse raamil, mis kinnitatakse süvendi seinalle obadustega, koos ruudustikuga.

Lisaandmete saamiseks on soovitatav juurestiku haabitusest isegi veel järgmised mõõtmised (joonis 56):

- 1) määratakse juurte kaldenurgad juurestiku keskpunkti läbiva ristjoone suhtes;
- 2) määratakse juurestiku maksimaalne raadius, s. o. juurestiku keskpunkti läbiva ristjoone ja sellest kõige kaugemale ulatuvate juurte vahetähtsus;
- 3) määratakse juurte muldatungimise sügavus.



Joonis 56. Mõõtmised juurestiku haabituse määramiseks: 1 — juurte kaldenurgad; 2 — juurestiku maksimaalne raadius s.o. juurestiku keskpunkti läbiva ristjoone ja sellest kõige kaugemale ulatuvate juurte kaugus; 3 — juurte muldatungimise sügavus

Juurte mullast väljapesemist veejoa abil rakendatakse sage damini. See meetod on põhimõtteliselt esimesest erinev, kuid tõhusam ja vähem töökulu nõudev.

Süvendi vertikaalsel seinal pestakse juured mullast ülalt peale lastava veejoa abil puhtaks. Edasine töö on analoogne eespool kirjeldatuga.

1.2. Juurestiku uurimine mullamonoliitide meetodil

Vajalikud vahendid: 1) vaiad või raam (mõõtmetega $31,6 \times 31,1$ cm) monoliidi piiride tähistamiseks; 2) obadused või kobad raami mullapinnale kinnitamiseks; 3) labidas; 4) käärid; 5) polüeteenkotid; 6) vähemalt 10 cm pikkuse teraga nuga; 7) spaatel 10×10 cm; 8) mõõtejoonlaud; 9) termostaat; 10) alumiiniumtopsid; 11) eksikaator CaCl_2 -ga; 12) kaalud täpsusega vähemalt 0,1 g.

Monoliitide meetod võimaldab teha juurestiku kvantitatiivset analüüsi. Sellel meetodil on palju teisendeid, kuid sisuliselt on nad kõik sarnased.

Esmalt valitakse monoliidi võtmiseks tüüpilise taimestikuga koht ja tähistatakse mullapinnal monoliidi piirid nurgavaiakeste ga. Monoliidi pindala sõltub uuritava kultuuri külvamise viisist. On soovitatav, et monoliidi laiem külg oleks võrdne kahekordse reavahelaiusega, kitsam külg aga vähemalt 15 ... 20 cm. Kui näiteks reavahelaius on 15 cm, võiks monoliidi pindala olla 30×20 cm^2 , s.o. 600 cm^2 . Monoliidi sügavus sõltub uuritavast kultuurist ja uurimise eesmärgist. Reas- ja hajukülvis kasvatatavat üheaastaste kultuuride korral piisab 40 ... 60-cm sügavusest, sest selles mullakihis esineb tavaliselt 95 ... 98 % nende kultuuride juurtest.

Mitmeaastaste ja sügavajuureliste rühvelkultuuride korral on monoliit tarvis võtta 80 ... 100 cm sügavuseni. Nurgavaiakeste märgistatud platsil määratakse uuritava kultuuri taimede arv ja kõrgus, seejärel lõigatakse maapealsed taimeosad juurest läbi, kaalutakse, etiketatakse, kuivatatakse ja analüüsitakse vastavalt uurimisprogrammile. Platsilt eemaldatakse ka kõik umbrohud ja orgaanilise aine jäänused. Mullamonoliit kaevatakse ettenähtud sügavuses lahti, nii et monoliidi seinad oleksid vertikaalsed. Vastaval sügavusel lõigatakse monoliit ka mulla aluskihist lahti ja paigutatakse kas tervikuna või kihtide (horisontide) kaupa vastavatesse kastidesse või kottidesse. Viimased etiketatakse ja viiakse väljapesemisele.

Monoliitmeetodi üks teisendeid on **monoliidi võtmine raami abil**, mis on ulatuslikumalt levinud põldkatsetes. Monoliidi võtmise kohale paigutatakse puust või metallist raam mõõtmetega $31,6 \times 31,6$ cm (s.o. ligemale $0,1 \text{ m}^2$; olenevalt kultuurist ja külviviisist võib raam olla ka teisemõõtmeline). Raami nurgad kinnitatakse mulda kobadega. Raamiga piiratud alal loendatakse kultuuritaimed, mõõdetakse nende kõrgus, lõigatakse seejärel juurest läbi, kaalutakse, etiketatakse ja analüüsitakse vastavalt uurimisprogrammile. Eemaldatakse kõik umbrohud ja orgaanilise aine jäänused. Seejärel lõigatakse 10 cm pikkuse terava noaga mööda raami muld 10 cm sügavuselt läbi, lõigatakse umbes 10×10 -cm tükkideks ja 10 cm sügavune mullakiht koos taimeluuretega tõstetakse spaatliga etiketitud kasti või polüeteenkotti. Analoozelt võetakse ka järgmised mullakihid: 11 ... 20; 21 ... 30 ja 31 ... 40 cm. Sügavamalt kui 50 ... 60 cm on proove raammeetodil raske võtta. See on ka selle meetodi peamine puudus. Võetud proovid viiakse väljapesemisele. Pesemise järel tahtunud juured kaalutakse (toormass), võetakse absoluutkuiva massi määramiseks juurtest keskmised proovid ja kuivatatakse üldlevinud meetodil. Õhukuiva juurtemassi määramiseks lastakse juurtel õhu käes kuivada kuni püsiva massini.

1.3. Juurestiku uurimine proovitükkide kaalulisel meetodil

Vajalikud vahendid: 1) vaiad või raam määramisväljakute tähistamiseks; 2) käärid; 3) kaalud täpsusega vähemalt 0,1 g; 4) polüeteenkotid; 5) termostaat; 6) alumiiniumtopsid; 7) eksikaator CaCl_2 -ga; 8) labidas; 9) lood; 10) joonlaud; 11) teraskuubik (puur) mõõtmetega $10 \times 10 \times 10$ cm, puurmeetodi korral 5 ... 8-cm või

15...25-cm ümarad puurid. Võib kasutada ka puure ristlõikega 10×20; 20×20 või 25×25 cm.

Eespool kirjeldatud juurestiku uurimise meetodid võimaldavad teha kindlaks mullakihi (horisondis) juurte massi, kuid ei võimalda detailselt määrata juurte jaotumist mullas vertikaal- ja horisontaalsuunas. Selleks kasutatakse proovitükkide kaalulisi meetodeid, millest levinumad on kuubikute ja ribade meetod.

Kuubikute meetod võimaldab iseloomustada juurestike levikut külviridade all ja reavahehes. Eriti sobib see meetod laiarealselt ja ruutpesiti külvatud kultuuride uurimisel, millel juurestik on sageli väga ebaühtlaselt levinud.

Määramisväljakud, kus uuritakse juurestikku, peavad olema sellise suurusega, mis on vajalik antud kultuuri juurte stereomeetrilise leviku kindlakstegemiseks. Kõige sagedamini võetakse määramisväljak võrdne uuritava kultuuri toitepinnaga, s. t. rea vahelaisus x taimede vahekaugus reas (70×70; 70×30; 60×30 jne). Reas- ja hajukülvis külvatud kultuuride korral peavad määramisväljaku mõõtmed olema vähemalt 30×20 cm.

Määramine viiakse läbi järgmiselt. Mullapinnale märgitakse määramisväljaku mõõtmed nii, et taimeread (taimed) jääksid sümmeetriliselt monoliidi keskele. Määramisväljakul määratakse uuritava kultuuri taimede arv ja kõrgus, seejärel lõigatakse maapealsed taimeosad juurekaela juurest läbi, kaalutakse, etikeeritakse, kuivatatakse ja analüüsitakse vastavalt uurimisprogrammile. Väljakult eemaldatakse ka kõik umbrohud ja orgaanilised ained. Seejärel kaevatakse määramisväljaku kõrvale riistatimeridadega süvend. Määramisväljaku pool paiknevale vertikaalsele süvendiseinale märgitakse loodi ja joonlaua abil vertikaaljooned 10-cm vahekaugustega. Niisamuti märgistatakse süvendisein ka horisontaalsuunas.

Proovid võetakse teritatud äärtega teraskuubikuga (10×10×10 cm). Väljalõigatud kuubikud paigutatakse eraldi polüeteenkottidesse ja etiketatakse vastavalt skeemile (ruudud nummerdatakse vasakult paremale ja ülalt alla). Seejärel toimetatakse proovid väljapesemisele. Pesemise järel tahenenud juured kaalutakse (toormass). Siis võetakse absoluutkuiva massi määramiseks juurtest keskmised proovid ja kuivatatakse üldlevinud meetodil. Õhu-kuiva juurtemassi määramiseks lastakse juurtel õhu käes kuivada püsiva massini.

Puurmeetod on ulatuslikult levinud ja selleks kasutatakse mitmesuguse ehitusega puure. Puurmeetod võimaldab võtta proove ka väikestelt katselappidelt, kus teiste meetodite rakendamine pole võimalik. Kõige sagedamini kasutatakse ümaraid puure – väikseid, 5...8-cm, ja suuri, 15...25-cm. Kasutatakse ka ruudu-

kuulise ristlõikega puure (mõõtmetega 10×20; 20×20; 25×25 cm jne).

Puurmeetodi puuduseks on üsna suur töömaht, väike proovivõtmise sügavus ja raskused juurte uurimiseks geneetiliste horisontide kaupa.

1.4. Juurestiku pikkuse, läbimõõdu ja pindala määramine

Vajalikud vahendid: 1) nõud juurte paigutamiseks; 2) 5-% äädikhapp; 3) mõõtejoonlaud; 4) etalon või mikromeeter juurte läbimõõdu määramiseks.

Juurestiku üldpindala määramiseks, mis näitab juurte toitainete omastamise võimet, on vaja määrata juurte pikkus ja läbimõõt.

Kamalt tuleb eraldada juured mullast võimalikult tervetena. Tavaline juurte väljapesemine, mida rakendati eespool toodud uurimismeetodite korral (vt järgmine alapeatükk), ei sobi.

Proovitükkide meetodil võetud proov paigutatakse ettevaatlikult nõusse, valatakse üle 5-% äädikhappelahusega ja jäetakse 10...12 tunniks seisma. Seejuures ei tohi mullalahust mehaaniliselt segada, sest juured võivad puruneda. 10...12 tunni möödumisel on tekkinud klišitritaoline segu, millele lisatakse veel vett. Seejärel on juba võimalik juuri tervelt eraldada.

Segust eraldatud juuri analüüsitakse: mõõdetakse nende pikkus ja läbimõõt. Keskmise läbimõõdu leidmiseks mõõdetakse iga juurt otstest ja keskelt. Seejärel arvutatakse saadud andmete alusel juurte pindala analoogselt silindri pindalaga järgmise valemi alusel:

$S = \pi \cdot d \cdot l$, kus

S – juure (juurte) pindala cm^2 ;

$\pi = 3,14$;

d – juure (juurte) keskmine läbimõõt cm ;

l – juure (juurte) pikkus cm .

Kirjeldatud määramine võimaldab siiski vaid ligilähedaselt hinnata taimede juurestiku omastamisvõimet, sest kõigi juurekardavate mõõtmine on praktiliselt võimatu.

Seda meetodit on soovitatav kasutada täppiskatsetes ka juurte mahu ja massi määramiseks.

Et eeltoodud meetod juurte pikkuse, läbimõõdu ja pindala määramiseks on väga töömahukas, siis võib selle asemel kasutada juurte pinna ja pikkuse arvutamise lihtsustatud meetodit.

Juurte pindala (S , cm^2) arvutamiseks on vaja teada juurte erinevate fraktsioonide keskmist läbimõõtu (d cm) ja nende mahtu (V cm^3) (vt alapeatükk 3). Võttes juuri kui silindrikujulisi kehi, arvutatakse juurte pindala järgmise valemi alusel:

$$S = \frac{4V}{d}$$

Kogu juurtemassi pindala uuritavas mullakihis leitakse kõigi fraktsioonide juurte pindala liitmise teel.

Juurte pikkus (l cm) arvutatakse igale fraktsioonile järgmise valemi alusel:

$$l = \frac{S}{\pi \cdot d} \text{ kus } \pi = 3,14.$$

2. Juurte mullast väljapesemine

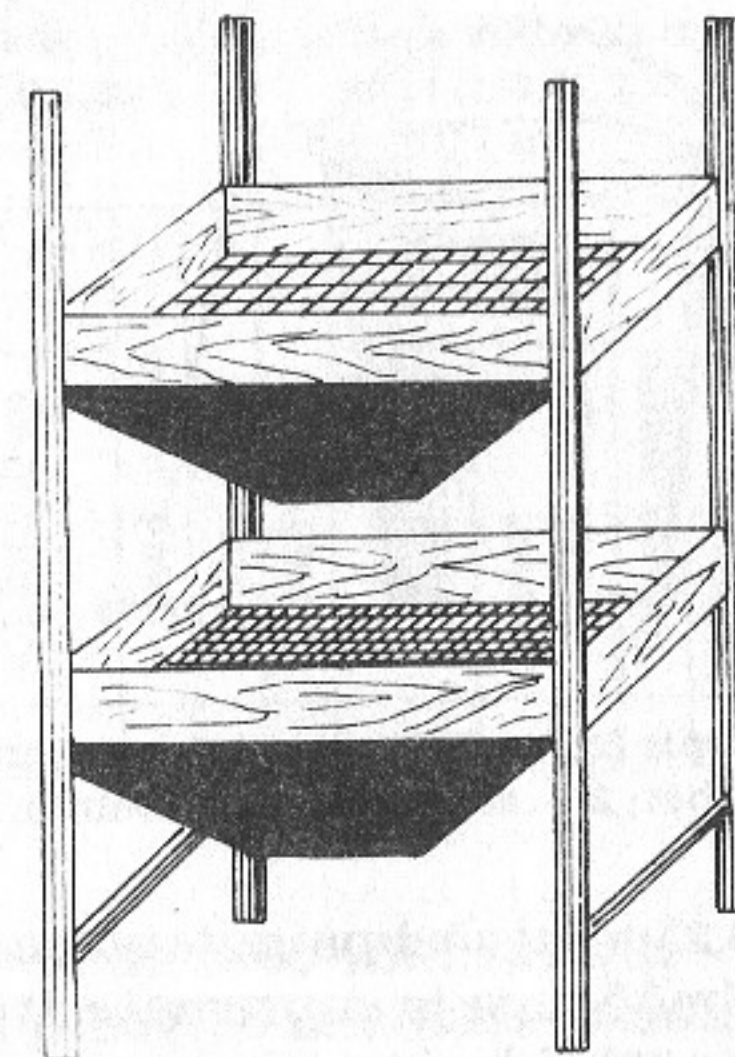
Vajalikud vahendid: 1) seadmed juurte väljapesemiseks (joonis 57, 58); 2) veevõtukoht (veevärk, veetsistern jt) koos voolikuga; 3) 10...15-l nõud (ämber jt); 4) puust või plastmassist mõlad; 5) sõelad 1-, 0,5- ja 0,25-mm avadega; 6) 3...5-l klaasnõud; 7) klaaspulgad; 8) pintsetid; 9) termostaadid; 10) alumiiniumtopsid; 11) ekvikaator CaCl_2 -ga; 12) kaalud täpsusega vähemalt 0,1 g.

Juurte väljapesemine mullast ja nende eraldamine lisanditest on oluline etapp juurestiku uurimisel, eriti selle massi ja mahu määramisel, millest suurel määral sõltub uurimiste täpsus.

Kõige lihtsam ja käepärasem on järgmine juurte väljapesemise meetod.

Alusele on kinnitatud kaks kasti sõeladega, kumbki pindalaga 2500...5000 cm^2 . Kasti äärte kõrgus on 15...20 cm . Ülemisel kastil on põhjas metallisõel (võrk) avadega 2...4 mm , alumisel metallisõel (võrk) avadega 0,25...0,5 mm . Mõlemal sõelakastil on lehtrikujuline suunav alaosa (joonis 57).

Proov, millest juuri välja pestakse, paigutatakse ülemisele sõelale ja sellele suunatakse veejuga (mitte eriti suure survega). Suuremad juured jäävad pesemisel ülemisele sõelale ja need paigutatakse veega täidetud nõusse. Alumisel sõelal peetakse kinni peened juured, poollagunenud juurte- ja tüüjäänused ning mulla mehaanilised osad. Sellele sõelale jäävad juured, muu orgaaniline materjal ja mulla mineraalosa paigutatakse teise veega täidetud nõusse. Nõust eraldatakse juured sel teel, et vett segatakse ringikujuliste liigutustega, lastakse seejärel veidi seista ning kurnatakse vesi läbi sõela. Seda tuleb korrata seni, kuni vette ei jää



Joonis 57. Juurte mullaproovidest väljapesemise seade

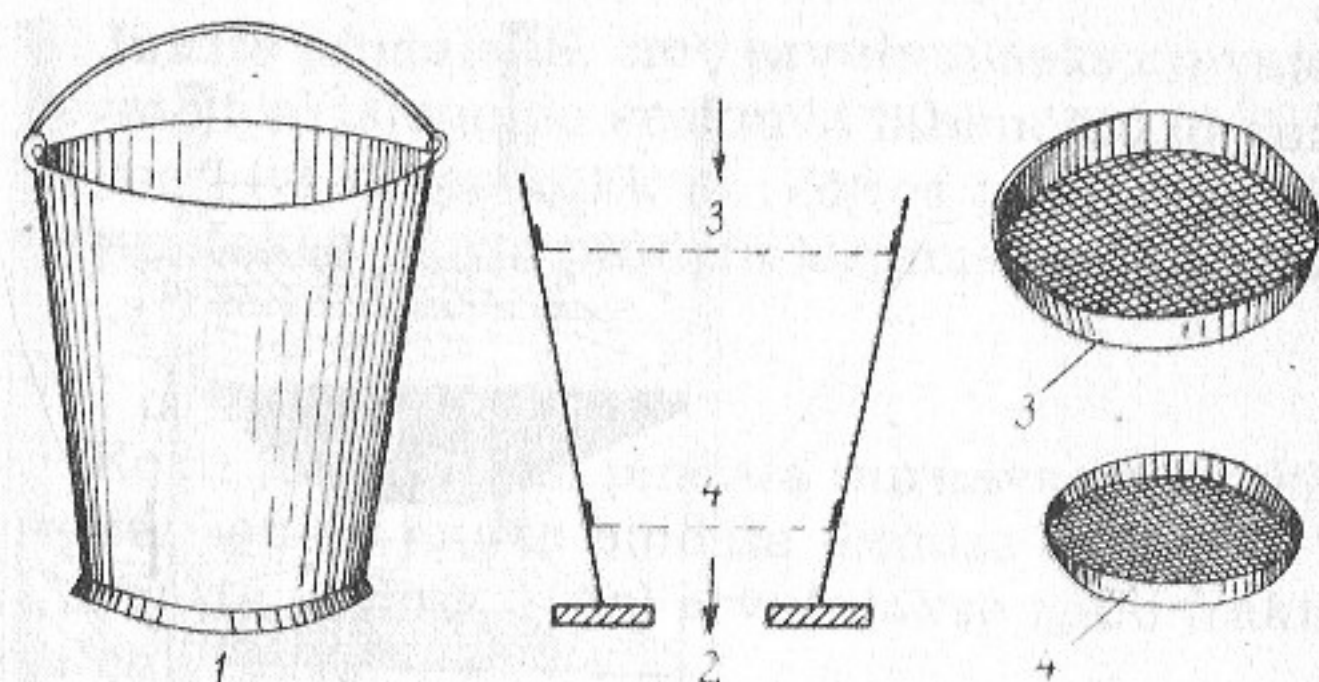
enam juuri. Otstarbekas on kasutada mitut tihedat sõela (1-, 0,5- ja 0,25-mm avadega), see kiirendab juurte väljapesemist. Sõelalt saadud juurte ja taimejäänuste segu pestakse mitu korda ja paigutatakse veega täidetud nõusse.

Mullast eraldatud juured, tüü ja taimejäänused sorteeritakse nelja rühma: 1) tüüjäänused; 2) jämedad elus juured läbimõõduga üle 1 mm ; 3) peened elus juured läbimõõduga alla 1 mm ; 4) surnud poollagunenud juured.

Elusate juurte eraldamiseks poollagunenutest kasutatakse mitmekordse nõrutamise meetodit. Selleks paigutatakse pestud juurtemass klaassilindrisse ja segatakse korralikult klaaspulgaga läbi. Silindri põhja langevad humifitseerunud, kõige tumedama värvusega juurejäänused ja osa lühikesi elusaid juuri. Elusad pikad juured hõljuvad põhjast veidi kõrgemal ning surnud poollagunenud juureosad tõusevad veepinnale. Viimased eraldatakse kurnamisega läbi 0,25-mm avadega sõela. Seejärel nõrutatakse surnud poollagunenud juureosad suurest veest ja paigutatakse alumiiniumtopsidess kuivatamiseks.

Elusad pikad heledad juured võetakse pintsettidega silindrist välja, põhjavajunud elusate juurte tükikesed eraldatakse humifitseerunud massist korduva nõrutamisega. Põhjavajunud vähelaagunenud surnud juureosad eraldatakse samuti humifitseerunud massist ja lisatakse surnud poollagunenud fraktsioonile.

Juurte väljapesemiseks väiksematest mullaproovidest põllul ja laboratooriumis on mugav kasutada seadet, mis koosneb ämbri, mille põhja on tehtud umbes 10- cm ava, ja kahest erineva suurusega sõelast. Väiksema läbimõõdu ja väiksemate avadega



Joonis 58. Ämbrist valmistatud juurte mullaproovidest väljapesemise seade: 1 – ämber; 2 – sõelte asendid ämbris; 3 – ülemine sõel; 4 – alumine sõel

(0,25-mm) sõel paigutatakse ämbrisse allapoole ning suurema läbimõõduga ja suuremate avadega (2...4-mm) sõel ülespoole (joonis 58). Edasi toimitakse sarnaselt ülaltooduga. Väiksemast proovist võib juuri eraldada ka ilma sõelteta, kasutades korduvat nõrutamist. Selleks paigutatakse mullaproov 3/4 ulatuses veega täidetud ämbrisse, purustatakse ettevaatlikult (et mitte juuri lõhkuda) ja segatakse energiliselt kepiga. Seejärel valatakse suspensiooni ülemine osa sõelale või läbi mitmekordse marli. Operatsiooni korratakse seni, kuni ämbri põhja jäänud mullamassist on kõik elusad ning vähelagunenud juure- ja tüüosad eraldatud.

3. Juurte mahu ja massi määramine

Pärast tüüjäänuste ja juurte mullast väljapesemist, fraktsioneeridesse jaotamist ja tahenemist määratakse nende toormass. Sellele järgneb nende mahu määramine. Kui juured on vahepeal juba mõnevõrra kuivanud, tuleb neid enne mahu määramist hoida 1...2 tundi vees, et endine kuju taastuks.

Mahu määramiseks paigutatakse liigest veest vabanenud niisked juured nii nagu umbrohtude mahu määramiselgi mõõtesilindrisse, mis on täidetud kindla vee kogusega. Juuri segatakse klaaspulgaga, et eraldaksid õhumullikesed, mis on juurte külge jäänud. Juurte mahu leiame, kui silindri veemahust koos juurtega lahutame veemahu enne juurte silindrisse paigutamist.

Pärast juurte mahu määramist kõigi fraktsioonide juured ja tüüjäänused tükeldatakse 0,3...0,5 cm pikkusteks lõikudeks, kuivatatakse absoluutkuivaks ja arvutatakse kuivaine mass. Andmed kantakse järgmisevormilisse tabelisse, kusjuures maht ja mass esitatakse sõltuvalt määramisviisist 0,01...0,1 m² kohta.

Mullakihil kust võeti proov	Juurte maht cm ³ /0,01 või 0,1 m ²		Toormass g/0,01 või 0,1 m ²			Absoluutkuivaine mass g/0,01 või 0,1 m ²		
	Elusad juured		Elusad juured			Elusad juured		
	jämedad > 1 mm Ø-ga peenened < 1 mm Ø-ga	Surnud juured	jämedad > 1 mm Ø-ga peenened < 1 mm Ø-ga	Surnud juured	Kokku	jämedad > 1 mm Ø-ga peenened < 1 mm Ø-ga	Surnud juured	Kokku
	Tüüjäänused		Tüüjäänused			Tüüjäänused		

Tabeli andmed on vaja ümber arvutada m²le või hektarile.

Mullamonoliitide meetodil võetud proovide analüüsil saadud andmete alusel võib koostada taimejäänuste (juured + tüü) paiknemise diagrammi mullas. Diagramm koosneb ristkülikutest, mille kõrgus vastab mullakihi või horisondile, kust proov võeti, ja laius taimejäänuste massile selles mullakihis.

4. Mulla juurtega küllastatuse ja juurestiku produktiivsuse arvutamine

Mulla juurtega küllastatuse astme arvutamine on eriti vajalik taimede juurestiku mõju selgitamisel mulla struktuuriagregaatide dünaamikale, samuti tuule- ja vee-erosioonile.

Juurte küllastatuse aste (H %) väljendatakse protsentides ja see näitab uuritavas mullakihis esinevate juurte mahu (V_j) suhet kogu mulla mahusse (V_m), milles juured esinesid:

$$H\% = \frac{V_j}{V_m} \cdot 100.$$

Juurestiku produktiivsuse tegur (K) on taimede maapealsete organite massi (M_m) ja juurte massi (M_j) suhe:

$$K = \frac{M_m}{M_j}$$

Tegur varieerub põllukultuuridel suurtes piirides: mitmeaastastel heintel 0,8...1,5, tali- ja suviteraviljadel ning linal 2,6, maisil 9...12. Juurestiku produktiivsuse tegur näitab taimeliikide juurte töö produktiivsust.

5. Pikeaaliste umbrohtudega juurestik ja selle uurimise iseärasused

5.1. Pikeaaliste umbrohtude juurestiku klassifikatsioon

Suurem osa pikeaaliste umbrohtude juurtest säilitab talveperioodi jooksul eluvõime, osa juuri aga hukkub. Järelikult koosneb pikeaaliste umbrohtude juurestik erineva bioloogilise ja füsioloogilise kvaliteediga juurtest, millel on ka erinev osatähtsus nende vegetatiivsel paljunemisel. Seetõttu on vaja juurestiku iseärasusi tunda nii nende funktsioonidest kui ka vanusest lähtudes.

Funktsionaalselt jagunevad juured ja vegetatiivse paljunemise organid järgmiselt.

1. **Vertikaal- e. peajuured** on mullas enam-vähem vertikaalselt paiknevad ja ülaosas tugevasti jämenenud juured, mis omavad elujõulisi punge. Kujult on nad enamasti sarnased, tungivad sügavale mulda (1...2 m või enam), sisaldavad suurel määral varuaineid ja säilitavad eluvõime paljude aastate jooksul. Tüüpilisel kujul esinevad nad sarnasjuurelistel umbrohtudel. On võimalised regenereeruma.

2. **Horisontaal- e. külgujuured** on peajuurtest väljakasvavad ja mullapinnaga enam-vähem horisontaalselt kulgevad juured. Osal liikidel (roomjuurelised) omavad külgujuured eluvõimelisi punge ja on seetõttu vegetatiivse paljunemise organiteks, nn roomjuurteks.

3. **Risoomid** on maa-alusest varreosast väljakasvavad võsundid, mis omavad eluvõimelisi punge ja on seetõttu vegetatiivse paljunemise organiteks.

4. **Mugulad, sibulad** on juurte või maa-aluste varte tugevasti jämenenud osad, kuhu on ladestunud varuained, mis enamasti omavad eluvõimelisi punge ja on vegetatiivse paljunemise organiteks (mugul-, sibulumbrohud).

5. **Narmas- e. toitejuured** esinevad erineva astme lisa- või kõrvaljuurtena, mis ei ela tavaliselt üle ühe vegetatsiooniperioodi ja taastuvad järgmisel vegetatsiooniperioodil.

Eespool toodud juurtetüüpidest võtavad taimede vegetatiivsest paljunemisest vähemal või suuremal määral osa kõik peale narmas- e. toitejuurte.

Juurestiku osatähtsus vegetatiivsel paljunemisel sõltub oluliselt ka juurte elukestusest. Lähtudes sellest klassifitseeritakse juuri veel vanuse järgi.

1. Noored juured moodustuvad jooksval vegetatsiooniperioodil. Nad talvituvad ja on järgmisel aastal peamiseks paljunemiseorganiteks.

2. Vanad juured moodustuvad eelmistel aastatel. Nende osatähtsus vegetatiivsel paljunemisel on märgatavalt väiksem.

5.2. Pikeaaliste umbrohtude juurestiku uurimise iseärasused

Pikeaaliste umbrohtude juurestiku iseloomustamiseks kasutatakse järgmisi kvantitatiivseid näitajaid: 1) vegetatiivsest paljunemisest osavõtvate juurte risoomide horisontaalne ning vertikaalne levik mullas; 2) vegetatiivsest paljunemisest osavõtvate juurte ja risoomide paiknevus eri mullakihtides; 3) juurte mass; 4) juurte pikkus; 5) juurte maht.

5.2.1. Vegetatiivse paljunemiseorganite (juured, risoomid) vertikaalse ja horisontaalse leviku määramine mullas

Vegetatiivse paljunemiseorganite levik mullas määratakse vastavalt eespool kirjeldatud juurestiku uurimise morfoloogilisele meetodile. Süvend kaevatakse uuritavat liiki iseloomustavale tüüpilisele kohale sellises laiuses ja sügavuses, mis võimaldab haarata maaltaimest lähtunud kõigi astmete tütartaimi. Näiteks põld-ohaka juurestiku uurimisel peaks süvend tavaliselt olema 2 meetrit sügav ja 4 meetrit lai, orasheina korral vastavalt 0,5 ja 3 m.

Peamist tähtsust omab see määramine roomjuurte ja risoomidega paljunevate umbrohtude uurimisel.

5.2.2. Vegetatiivse paljunemise organite (juured, risoomid) paiknevuse määramine eri mullakihtides

Vegetatiivse paljunemise organite paiknevus määratakse vastavalt eespool kirjeldatud mullamonoliitide meetodile. Valitud kohale paigutatakse kindla suuruse ja kujuga raam ning sirge teraaga labidaga kaevatakse muld koos juurtega 10-cm kihtide kaupa (10...10; 11...20 jne) välja ning paigutatakse ühtlase kihina puit- või plastmassalusele, mille pindala ületab proovilapi pindala 8...10 korda. Suuremad mullatükid peenendatakse käsitsi või puuhaamriga ja mullaproovist eraldatakse kõik visuaalselt eristatavad juured. Kogutud juured paigutatakse mullakihtide kaupa.

polüeteenkontidesse, etiketatakse ja toimetatakse laboratooriumi-
kus iga juureproov pestakse 0,5-mm sõelal mullast puhtaks.
Puhastatud juured asetatakse tahenema filterpaberile ja rõhul-
datakse vastavalt funktsionaalsele klassifikatsioonile. Edasise-
analüüsist jäetakse välja juured, mis ei võta osa vegetatiivsest
paljunemisest. Vegetatiivsest paljunemisest osavõtavad juured ja
risoomid aga mõõdetakse (määratakse pikkus ja keskmine läbi-
mõõt) ning kaalutakse (toormass). Juurtest võetakse keskmine
proov, kuivatatakse absoluutkuivaks ja arvutatakse kuivaine
mass.

Vegetatiivse paljunemise organite (juured, risoomid) **mass, pik-
kus ja maht** määratakse nii, nagu on eespool kirjeldatud.

VII. ORGAANILISE MATERJALI (TÜÜ, JUURED JA MUU) LAGUNEMIS- PROTSESSIDE UURIMISE MEETODID

Paljude maaviljelusküsimuste läbitöötamisel on mikrobioloogiliste
uurimiste kõrval vaja kasutada lihtsamaid põld- ja laboratoor-
seid meetodeid selleks, et selgitada orgaaniliste taimejäänuste
(juured, tüüjäänused, haljasväetis) lagunemist sõltuvalt agroteh-
nikast. Orgaaniliste taimejäänuste lagunemise intensiivsuse
määramise meetodid on otsesed ja kaudsed.

Otseste meetodite hulka kuuluvad taimejäänuste hulga mää-
ramine põllul, s. o. kaaluline meetod, ja fikseeritud väljakute
meetod.

Fikseeritud väljakute meetodiga on sarnane aplikatsiooni e. li-
nase riide lagunemiskiiruse määramise meetod. See annab või-
maluse hinnata mulla bioloogilist aktiivsust (lagundamise kiir-
rust) linase kiu lagunemise kiiruse järgi.

Kaudsetest meetoditest kasutatakse mulla bioloogilise aktiiv-
suse (lagunemise kiiruse) hindamiseks Štatnovi jt meetodeid.

1. Taimejäänuste lagunemise intensiivsuse määramise kaaluline meetod

Perioodiliselt (teatud ajavahemiku järel) võetakse mullaproove
(monoliite) ja määratakse neis taimejäänuste maht ja mass. Sel-
lega eraldatakse põllul või katselapil vähemalt neli väljakut, kus
eespool kirjeldatud monoliitide meetodil võetakse mullamonoliit-
te ja eraldatakse pesemisel taime tüü- ja juurtemass, mis lagune-
misastme järgi jaotatakse kahte fraktsiooni: 1) lagunemist alusta-
nud ja 2) lagunemisprotsessist puutumata tüü ja juured. Seejärel
proovid kuivatatakse õhukuivaks ja kaalutakse.

2. Taimejäänuste lagunemise intensiivsuse määramine fikseeritud väljakute meetodil

Meetodi olemus seisneb selles, et kindla koosseisu ja massiga tai-
mejäänused paigutatakse mulda täpselt fikseeritud mõõtevälja-
kutele mõõtmatega 50×50 cm.

Sõltuvalt uurimise iseloomust, vaatluste kestusest ja arvust
eraldatakse põllul 3...4 väljakut suurusega 4...6 m². Väljaku-
telt eemaldatakse nii paks mullakiht, kui sügaval soovitakse uu-
rimist läbi viia. Seejärel jaotatakse väljakud ruutudeks mõõtme-
tega 50×50 cm ja paigutatakse neisse ettevalmistatud ja kaalutud
tüü, juurte või haljasmassi proovid. Taimne materjal pannakse
ahle ritta iga ruudu keskele. Proovikoguste mass püütakse valida
tähtsane tootmises esinevale taimejäänuste hulgale. Proovid
võib katta lagunemisele vastupidava klaaskiud- või kapronriide-
ga. Iga ruudu nurgad fikseeritakse vaiakestega ja kogu väljak täi-
detakse varem väljakaevatud mullaga.

Juhul kui üheaegselt soovitakse uurida lagunemise intensiiv-
sust mitmes sügavuses, võib pärast proovide paigutamist süvendi
põhja (näiteks 20 cm sügavusele) täita süvend poolest saadik mul-
laga ja paigutada proovid ka 10 cm sügavusele. Et mulda võrdselt
jaotada ja mullakihid samas järjekorras süvendisse paigutada,
tuleks muld süvendist 10-cm kihtidena välja kaevata ja kummagi
kihi muld eraldi hunnikutesse panna.

Kindla ajavahemiku järel kaevatakse ettenähtud ruudus proo-
vid ettevaatlikult mullast välja, paigutatakse 0,25-mm avadega

sõelale ja pestakse külgejäanud mullast puhtaks. Taimejäänused jaotatakse kahte fraktsiooni: 1) need, mis on hakanud lagunema ja 2) need, mis ei ole hakanud lagunema. Mõlemad fraktsioonid kuivatatakse õhukuivaks ja kaalutakse.

Kahel eri ajal määratud proovide massi erinevus näitab taimejäänuste lagunemise intensiivsust mullas.

Taimejäänuste lagunemise käiku on soovitatav täiendada eralduva CO₂ määramisega dekaadide kaupa. Mõlemad tulemused võib lagunemise intensiivsuse näitamiseks esitada graafilisel kujul.

3. Orgaanilise materjali lagunemiskiiruse määramine linase riide meetodil

Üsna täpse ettekujutuse erinevate agrotehniliste võtete mõjust orgaanilise materjali lagunemise intensiivsusele annavad mulla bioloogilise aktiivsuse uurimise meetodid, mille korral lagundavate ainetena kasutatakse põhku või linakiudu.

Tehniliselt on kõige lihtsam määrata tselluloosi lagundava mikrofloora aktiivsust linase riide lagunemise astme ja kiiruse järgi. Kroomilahuses korralikult pestud 10 cm laiused klaasplaadid kaetakse linase riidega ja paigutatakse vertikaalselt mulda, nii et riidega kaetud külge tihedalt liitub süvendi vertikaalse tasandatud seinaga. Klaasplaadi kõrgus peab olema võrdne uuritava mullakihi paksusega. Muld klaasplaatide ümbruses tihendatakse esialgse tiheduseni.

Pärast katse rajamist võetakse perioodiliselt (iga 3...4 nädala tagant) klaasplaadid mullast välja, pestakse ettevaatlikult mullast puhtaks ja määratakse visuaalselt linase riide lagunemise aste erinevates sügavustes. Plaatide üldarv, mis on uurimiseks vajalik, sõltub uurimiste mahust, vaatluste tihedusest ja korduste arvust.

Kvantitatiivselt määratakse linase riide lagunemise kiirus tema massi kao järgi õhukuivas olekus. Seda tehakse järgmiselt. Lõigatakse valmis kindla massiga (näiteks 3 g) linase riide tükkid. Põllule või katselappidele märgitakse nagu fikseeritud väljakute meetodi korralgi vähemalt neli ristkülikukujulist 25...30 cm laiust väljakut. Väljakult eemaldatakse labidaga mullakiht ettenähtud sügavuseni, tasandatakse süvendi põhi ja sellele paigutatakse linase riide tükkid 30...40 cm kaugusele üksteisest. Linase riide tükkide arv peab vastama määramiste arvule. Seejärel süvend

täidetakse mullaga ja tihendatakse esialgse tiheduseni. Määramiskohad fikseeritakse vaiadega. Igal määramisajal kaevatakse igalt väljakult üks riideriba ettevaatlikult mullast välja ning pestakse mullast puhtaks. Kuivatatakse õhukuivaks ja kaalutakse.

Kui taime materjali lagunemise kiirust uuritakse kuni 25 cm sügavuses, siis võib riideproovide muldaviimiseks edukalt kasutada 10...20-cm silinderpuure. Linasest riidest lõigatud ringid peavad olema veidi väiksema läbimõõduga kui aukude läbimõõt. Igasse auku võib vajaduse korral riideproove paigutada erinevatesse sügavustesse (5, 10, 15, 20 cm). Edasine töö on analoogne eespooltooduga.

Uurimisandmed kantakse järgmisevormilisse tabelisse.

Mulla või katse variandi nimetus	Linase riide muldapaigu- tamise süga- vus cm	Õhukuiva linase riide proovi mass g				Linase riide lagu- nemise % esialgsest massist		
		esi- algne	kuu aega hiljem	kaks kuud hiljem	kolm kuud hiljem	kuu aega hiljem	kaks kuud hiljem	kolm kuud hiljem
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Täpsemate uurimiste korral peab ühel ajal bioloogilise aktiivsuse uurimisega linase riide meetodil rakendama mikrobioloogilisi ja biokeemilisi meetodeid mulla mikroorganismide ja nende elutegevuse produktide määramiseks.

Agronoomia seisukohalt on väga tähtis see, et linase riide meetod ei näita mitte ainult tselluloosi lagundavate mikroorganismide aktiivsust, vaid ka lämmastiku kogunemist mulda. Peale selle peegeldab see meetod sageli mikrofloora aktiivsust paremini kui mikroorganismide arvukuse määramine söötmel laboratooriumis.

Lagunemiskiiruse kvantitatiivseks määramiseks võib edukalt kasutada ka kvaliteetselt põhku. Selleks paigutatakse kindlad kogused (3...5 g) õhukuiva põhku kapronkottidesse ja seejärel ettenähtud sügavusse mulda. Edasine määramiskäik on analoogne eespool kirjeldatuga.

4. Taimejäänuste lagunemise intensiivsuse määramine laboratooriumis

Sõltuvalt uurimise eesmärkidest ja ülesannetest võetakse ette nähtud koostise ja massiga õhukuivad taimejäänused ja segatakse kindla hulga õhukuiva mullaga ning paigutatakse kaalutud klaasist vegetatsiooninõudesse. Segu niisutatakse kuni 60 % täielikust veemahutavusest. Sel viisil ettevalmistatud nõud kasutatakse pealt klaasplaadikestega ja hoitakse termostaadis 20...25 °C juures.

Taimejäänuste lagunemiskiirust hinnatakse nende massi vähenemise järgi ajaühikus. Selleks võetakse iga 10 päeva järel nõu, pestakse neist taimejäänused 0,25-mm avadega sõelal välja, kirjeldatakse nende välisilmet ja jaotatakse kahte fraktsiooni:

- 1) põhk, tüü- ja juurejäänused, mis on hakanud lagunema;
- 2) põhk, tüü- ja juurejäänused, mis pole veel haaratud lagunemisprotsessist.

Seejärel taimejäänused kuivatatakse õhukuivaks ja kaalutakse. Järgmisteks määramisteks jäänud nõud kaalutakse ja segu niisutatakse kuni 60 %-ni täielikust veemahutavusest.

Taimejäänuste lagunemise intensiivsust võib laboratooriumis määrata V. Štatnovi meetodi modifikatsiooni järgi, mida on kirjeldatud eespool (lk. 85). Ka laboratoorsetel uurimistel peavad olema kontrollvariandid, s. t. nõud, mis on täidetud taimejäänustega mullaga. Tulemusi võib väljendada graafiliselt.

VIII. Herbitsiidid, nende omadused ja kasutamine

Umbrohttõrje saab olla tõhus vaid siis, kui seda rakendatakse komplekselt plaanipärase viljavahelduse või, veel parem, külvi-kordade raames. Kompleksesse umbrohttõrjesüsteemi kuuluvad 1) kaudne tõrje (profülaktilised abinõud ja survetõrje); 2) otsene tõrje (mehaaniline, keemiline ja bioloogiline).

Umbrohtude hävitamine peamiselt herbitsiididega, nagu arvavad esialgu paljude riikide teadlased, ei ole otstarbekas, põhjendatud ega ka praktiliselt võimalik, sest et umbrohud reageerivad oma bioloogilistest iseärasustest olenevalt herbitsiididele väga

olenevalt ja nende kasutamise järjekindlat laiendamist piiravad õigustatult keskkonnakaitse nõuded.

Olenevalt sellest on enamiku arenenud riikide teadlased praeguseks jõudnud arvamusele, et elukeskkonna kaitse seisukohalt on õige rakendada herbitsiidide kasutamise integreeritud süsteemi, s. t. kasutada herbitsiide siis, kui umbrohtumus on ületanud kriitilise piiri ja teiste kompleksse tõrje abinõudega ei ole võimalik umbrohtude arvukust lubatud tasemel hoida ja nende levikut pidurdada. Praegu vajab enamik põlde Eesti NSV-s keemilist umbrohttõrjet (väike osa igal aastal, suurem osa kas kahe või kolme aasta tagant). Meil on aga ka üsna palju põlde, kus on võimalik toime tulla herbitsiidideta.

Et oskuslikult rakendada herbitsiidide kasutamise integreeritud süsteemi, on tarvis õigesti hinnata umbrohtude ohtruse kriitilist piiri ning teada herbitsiidide omadusi ja kasutamise eeskirju.

1. Umbrohtude ohtruse kriitilise piiri määramine

Ei välja selgitada, kas herbitsiidide kasutamine on ilmtingimata vajalik, tuleb teada umbrohtude ohtruse kriitilist piiri ja kahjustuse ökonoomilist läve. Elukeskkonna kaitse seisukohalt on tarvis teada ka herbitsiidide kasutamise ökoloogilist piiri.

Kahjustuse ökonoomilise ja herbitsiidide kasutamise ökoloogilise läve määramiseks ei ole veel kahjuks piisavalt teadmisi, sest sellekohast uurimistööd on vähe tehtud. Mõnevõrra rohkem on uuritud umbrohtude ohtruse kriitilise piiri määramisega seotud probleeme. Huvi pakuvad siin eelkõige lätlase A. Rasiņši seisukohad. Neist selgub, et minimaalne aste, mille korral umbrohtude hävitamine herbitsiididega on veel õigustatud, sõltub esmajärjekorras kultuuri konkurentsivõimest. Teraviljadel võib seda hinnata põllu võrsumise faasis projektiivse katvuse meetodil lk. 213. Teraviljataimede 100-% projektiivse katvuse korral varjatakse maa pind ja enamiku umbrohtude tõusmed täielikult. Paljude teadlaste (USA teadlased A. S. Crafts, W. W. Robbins jt) uurimised on näidanud, et teraviljakultuuride algarenemine ja kasv on palju kiirem kui umbrohtudel. Seepärast konkureerivad teraviljad just varajases kasvujärgus (võrsumise-kõrsumise faas) umbrohtudega kõige edukamalt, nii et teraviljade 100-% projektiivse katvuse korral võrsumise faasis ei ole lühiealisi umbrohtusid vaja herbitsiididega hävitada. Järelikult tuleb herbitsiidi kasutamise otstarbekuse üle otsustamisel arvestada kultuur- ja umbrohttaimede vastastikust mõju.

A. Rasiņš väidab ka, et teraviljade keskmise konkurentsivõime korral on 75 ... 100 umbrohu taime 1 m² kohta ohtruse kriitiline piir, millest alates keemiline tõrje on vajalik.

Umbrohtude ohtruse teaduslikult põhjendatud kriitiliste piiride määramiseks ja täpsustamiseks eri kultuurides on tarvis põld- ja laboratoorsete katsete alusel välja selgitada saagi ja umbrohtumuse vahelised seosed. Meie vabariigis ei ole selliseid uurimisi veel piisavalt tehtud.

2. Herbitsiidide rühmad

Herbitsiidid on keemilised ained umbrohtude hävitamiseks. Arboritsiidid on herbitsiididele lähedased keemilised ained, millega hävitatakse võsa (keskkonnakaitse seisukohalt ei ole neid siiski soovitatav kasutada).

Nii herbitsiidid kui ka arboritsiidid kuuluvad taimekaitseks kasutatavate keemiliste ainete, nn pestitsiidide hulka.

Meil kasutatakse herbitsiidid jaotatakse rühmadesse

- 1) keemilise koostise alusel,
- 2) taimedesse toimimise viisi järgi,
- 3) toksilise mõju kestuse järgi,
- 4) toksilise mõju iseloomu alusel.

Keemilise koostise järgi jaotatakse herbitsiidid anorgaanilisteks ja orgaanilisteks. Anorgaanilistest herbitsiididest on tänapäeval kasutusel vaid kaltsiumtsüaniid (CaCN₂). Orgaanilised herbitsiidid võib nende koostise alusel jaotada järgmiselt:

- mineraalõlid (petrool, diisliõlid jt);
- fenooliühendid (DNOK, nitrofeen jt);
- alifaatsete karboonhapete ühendid (ramrod, naatriumtrikloratsetaat e. TKA, solaani, dalapoon jt);
- klorofenoksüäädikhappe ühendid (2,4-D amiinisool, 2,4-D naatriumisool, 2,4-D butüülester, 2M-4H e. dikoteks-80 jt);
- arüüloksüäädikhappe ühendid (2M-4HM e. tropotoks, 2,4-DM jt);
- klorofenoksüpropioonhappe ühendid (2M-4HP, 2,4-DP jt);
- tiokarbamiidhappe ühendid (jalaani, vernaam, roniit, epitaam jt);
- karbamiidiühendid (linuroon, maloraan, aresiin, diuroon, monuroon jt);
- triasiinid (prometriin, semeroon, atrasiin, metasiin, simasiin, propasiin jt);
- diasiinid (püramiin, lenatsiil jt);
- klorobensoehappe soolad (banvel-D, sufiks, amibein jt);
- aromaatsed amiinid (trellaan jt).

Taimedesse toimimise viisi järgi jaotatakse herbitsiidid kahte rühma.

1. Selektiivse e. valiva toimega herbitsiidid (enamik herbitsiidide), mis hävitavad umbrohtusid, kuid ei kahjusta oluliselt kultuurtaimede liike või rühmi, mille külvides neid kasutatakse. Selektiivsus ilmneb vaid kindlate herbitsiidiannuste korral. Paljud selle rühma herbitsiidid (atrasiin, simasiin, monuroon jt) mõjuvad suurtes annustes universaalsetena.
2. Universaalse e. mittevaliva toimega herbitsiidid (DNOK, nitrofeen, utaali, fosuleen, reglooni jt), mis hävitavad nii umbrohtu kui ka kultuurtaimed.

Toksilise mõju kestuse järgi jaotatakse herbitsiidid järgmiselt:

1. Lühiajalise fütotoksilise järelmõjuga herbitsiidid (enamik herbitsiidide, nagu 2,4-D preparaadid, betanaali jt), mis kaotavad oma toksilise mõju suhteliselt lühikese aja jooksul (lahustuvad vees, lagunevad mullas vähem toksilisteks ühenditeks jne).
2. Pikaajalise fütotoksilise järelmõjuga herbitsiidid (simasiin, atrasiin jt), mis püsivad mullas toksilised pikka aega (1 ... 3 aastat, suurte annuste korral isegi kauem).

Toksilise mõju iseloomu järgi jaotatakse herbitsiidid järgmiselt:

1. Süsteemse toimega herbitsiidid (enamik herbitsiidide, nagu 2,4-D preparaadid, semeroon jt), mis tungivad lehtede või juurte kaudu taimekudedesse, liiguvad seal rakust rakku ja häirivad kogu taime ainevahetust. Lehtede kaudu tungivad taimekudedesse 2,4-D preparaadid, 2M-4X, utaali, fosuleen, betanaali jt, juurte ja maa-aluste varreosade kaudu TKA, maloraani jt.
2. Kontaktse toimega herbitsiidid (DNOK, nitrofeen, reglooni, solaani, propaniidi, mineraalõlid jt), mis vigastavad taimi neile sattunud herbitsiiditilga kohal ja selle otseses läheduses, tekitades põletushaavu. Taimekoed hääbuvad, pruunistuvad ja kuivavad mõne päeva jooksul pärast pritsimist.

3. Herbitsiidide kasutamise viisid ja ajad.

1. Pritsimine on kõige enam levinud kasutamiseviis, mille korral ettenähtud herbitsiidiannus segatakse veega (lahus, suspensioon või emulsioon) ja pritsitakse kas otse taimedele (2,4-D preparaadid, tropotoks, dikoteks-80, diamet-D, dialeen, utaali jt) või mullapinnale (TKA, prometriin jt).

2. Külvatakse või tolmutatakse peamiselt vaid siis, kui mullapinnale antakse granuleeritud herbitsiide. Näiteks võib talivilja-

põldudele kevadel vegetatsiooniperioodi algul külvata koos väetisega granuleeritud 2,4-D butüülestrit (10 kg/ha) kesalille jt umbrohtude tõrjeks.

Herbitsiidide kasutamise ajad sõltuvad nende omadustest kultuuridest ja umbrohtude liigilisest koosseisust.

1. Enne külvi kasutatakse peamiselt selektiivse toimega mullaherbitsiide (prometriin, linuroon, püramiin, ramrod, lenatsiil, eptaam, treflaan jt). Pritsimise järel on vaja põldu äestada, eriti kuiva mulla korral ja kiiresti lenduvate herbitsiidide (eptaam, treflaan jt) kasutamisel.

2. Üheaegselt külviga kasutatakse herbitsiide harva.

3. Pärast külvi, kuid enne tärkamist kasutatakse herbitsiide kõige enam rühvelkultuuride (kartul, köögivilid, söödajuurvilid) külvides. Enam levinud on pritsimine mullaherbitsiididega (prometriin, püramiin, lenatsiil, linuroon, treflaan, ramrod jt).

4. Kultuuride kasvuajal kasutatakse herbitsiide kõige ulatuslikumalt. Teravilja, heintaimi jt kultuure pritsitakse sõltuvalt kultuuri ja preparaadi omadustest ning umbrohtude liigilisest koosseisust kultuuri eri arengufaasides. Näiteks odra- ja kuera põlde on 2,4-D preparaatide, dikoteks-80, rankoteksi, diamet-D ja dialeeniga kõige õigem pritsida 2...3 lehe faasis.

5. Pärast kultuuride koristamist kasutatakse herbitsiide umbrohtude pritsimiseks kesadel või enne sügisest mullaharimist (utaal, fosuleen jt). Mullas paiknevate pikaajaliste umbrohtude vegetatiivse paljunemise organite (risoomid, juured) hävitamiseks pritsitakse pärast sügiskünni TKA jt preparaatidega.

4. Herbitsiidide kulunormid

Herbitsiidide aktiivne koostisosa on toimeaine. Umbrohtutõrjeks vajalik herbitsiidikogus, nn kulunorm, väljendatakse kas preparaadi või selles sisalduva toimeaine hulga (kg) alusel hektari kohta.

Herbitsiidi kulunormi määramisel arvestatakse järgmisi tegureid: umbrohtude liigiline koosseis, umbrohtumus, mulla mehhaaniline koostis ja huumusesisaldus, kultuuri iseärasused (sort, arengufaas jt), preparaadi mõju järelkultuurile ning ilmastikutingimused. Näiteks atrasiini kulunorm 3...8 kg/ha. Et atrasiin on pikaajalise fütotoksilise toimega, siis külvikorras kasvatamise korral ei tohi kulunorm olla üle 4 kg, vastasel juhul kannatavad maisi järelkultuurid. Maisi korduval (üle 2 aasta järjest) kasvatamisel on atrasiini kulunorm erinevatel muldadel erinev. Minimaalne (3 kg/ha) peab see olema huumusvaestel kergetel muldadel soodsate niiskustingimuste korral, keskmine (6 kg/ha) kesk

mise ja raske lõimisega muldadel ning maksimaalne (8 kg/ha) maisi vabariigis vaid turvasmuldadel (seal aga maisi ei kasvatata).

Arvutatakse mitmesuguse toimeainesisaldusega herbitsiidide hehtõttu juhul, kui kulunorm on väljendatud toimeaines, tuleb see praktiliseks kasutamiseks ümber arvutada preparaadi kogusele. Seda tehakse valemi:

$$K = \frac{D \cdot 100}{C} \text{ järgi, kus}$$

K – preparaadi kulunorm kg/ha;

C – toimeainesisaldus preparaadis %;

D – toimeaine kulunorm kg/ha.

Näiteks kasutatakse kartuli tärkamiseeliseks pritsimiseks 50% toimeainesisaldusega prometriini. Toimeaine kulunorm on 2,5 kg. Seda preparaadi kulunormi:

$$K = \frac{2,5 \cdot 100}{50} = 5 \text{ kg/ha.}$$

Herbitsiidi mõju sõltub olulisel määral pritsimislahuse jaotumisest umbrohtude vegetatiivosadel või mullal. See omakorda sõltub traktoripritside konstruktsioonist, tehnilisest korrasolekust, töörežiimist ja pritsimislahuse kogusest. Süsteemse toimega herbitsiidide (enamik herbitsiidide) pritsimislahuse optimaalne kulunorm on 200...350 l/ha. Kontaktse toimega preparaatide pritsimislahuse kulunorm on suurem – 400...600 l/ha. Pritsimislahuse kulunormi suurus sõltub ka umbrohtumuse astmest ja iseloomust ning kultuuride ja umbrohtude kasvuiseärasustest. Kui näiteks teravilja pritsitakse optimaalsest hilisemas faasis (teraviljataimed varjavad juba osaliselt umbrohte), peaks pritsimislahuse kulunorm olema suurem.

On herbitsiide, mis ei lahustu vees; neist moodustuvad kas suspensioonid või emulsioonid. Sel juhul võib herbitsiid ebaühtlaselt jaotuda, mille tagajärjel tema mõju väheneb või on ülearu tugev (neis kohtades, kus herbitsiidi on ülekülluses).

Ühtlase suspensiooni saamiseks segatakse preparaat väheste veega pudrutaoliseks massiks ja lahjendatakse seejärel vajaliku kontsentratsioonini.

Emulsiooni valmistamisel lisatakse preparaadile esialgu veidi vett, segatakse hästi ja siis lahjendatakse veega pritsimiseks vajaliku kontsentratsioonini.

Et umbrohud paremini märguksid ja pritsimislahus hõlpsasti laiali valguks, lisatakse tehases herbitsiididele pindaktiivseid aineid (OP-7, OP-10 jt). Neid võib vajaduse korral ka majandites lisada.

5. Tähtsamad herbitsiidid, nende omadused ja kasutamine

Herbitsiide on tänapäeval kasutusel juba üle 150 ning neid tuleb aina juurde. Meie vabariigis kasutatakse 30...35 preparaati (tabel 16).

6. Herbitsiidide kasutamise plaani koostamine

Herbitsiidide integreeritud kasutamissüsteemi rakendamiseks tuleb majandais koostada herbitsiidide kasutamise plaanid külvikordade ja nende rotatsioonide kaupa.

Herbitsiidide kasutamise plaani väljatöötamiseks tuleb teha järgmist:

- välja selgitada teistest tõhusamad herbitsiidid ja nende kombinatsioonid, koostada nende vaheldussüsteem ning valida nende kasutamiseks optimaalne tehnoloogia;
- jälgida herbitsiidide mõju põllu umbrohtumusele ja kultuuride saagikusele teisel ja kolmandal aastal pärast nende kasutamist;
- uurida erinevate herbitsiidide mõju ja koosmõju umbrohtudele ja kultuurtaimedele ning preparaatide jääkide olemasolu mullas pärast nende 2...3-aastast kasutamist.

Külvikordades rakendatav herbitsiidide kasutamise süsteem peab suurendama keemilise umbrohutõrje tõhusust ning seostuma kõigi agrotehniliste võtetega ühtseks süsteemiks.

Herbitsiidide kasutamise perspektiivplaani koostamiseks on vajalikud järgmised andmed: 1) kultuuride järjestus külvikorra (viljavahelduse lülides) ja kasvatatavad liigid ning sordid; 2) umbrohtumuse iseloom ja aste (umbrohtude liigiline koosseis ja arvukus); 3) mullastikutingimused (lõimis, huumusesisaldus); 4) meteoroloogilised tingimused (sademed, õhutemperatuur); 5) üksikajaline ülevaade kasutusel olevatest herbitsiididest ja nende omadustest; 6) ülevaade teistest kompleksse umbrohutõrje abinõudest ja herbitsiidide osatähtsus umbrohutõrjes.

Tabel 16. Tähtsamad herbitsiidid, nende omadused ja kasutamine

Herbitsiid ja taimedesse toimimise viis	Preparaadi tunnused	Toimeaine sisaldus	Preparaadi kulunorm kg/ha	Täieline mõju	Kasutamine	Märkused
1	2	3	4	5	6	7
Selektiivse e. valiva toimega						
2,4-D amiisool	Pruun vedelik, tumepruun vedelik, karbolhappe lõhnaga, väheohlik, vees lahustuv	40 või 50 %	Teraviljale 1,5...2, kõrreliste heintaimedele 0,75...3	Süsteemse mõjuga, pritsitakse umbrohutaimedele	Kaheiduleheliste umbrohtude tõrjeks teraviljade ja kõrreliste heintaimede põldudel võrsimise aeg ja järgnev ööpäev peab olema sademeteta. Mõju suurendamiseks lisada pritsimislahusele 3...5 kg/ha ammooniumsalpeetrit	Rahuldavalt kuni hästi tõrjub hane- maltsa liike, põld- rõigast, hiirekõrva, põld-litterheina jt. Vastupidavad preparaadi mõjule on kõrvikud, kirburohud, kesalill, vesihein, harilik punand, roomav mädar
2,4-D butüülester	Pruun vedelik, karbolhappe lõhnaga, väheohlik, annab veega piimja emulsiooni	Emulsiooni kontsentratsioon 40...43 %	Teraviljale 0,7...1,2, kõrreliste heintaimedele 0,7...1,4	"	Kaheiduleheliste umbrohtude tõrjeks teraviljade ja kõrreliste heintaimede põldudel võrsimise aeg ja järgnev ööpäev peab olema sademeteta	"
"	"	Tehniline, 72 %	Teraviljale 0,4...0,7, kõrreliste heintaimedele 0,4...0,8	"	"	"

1	2	3	4	5	6	7
"	Pruunikad graanulid	10 %	Taliteraviljale 10 ... 12	Süsteemse mõjuga. Kül- vatakse mul- lale	Kaheiduleheliste umbrohtude tõrjeks taliteraviljapõldudel. Külvatakse kevadel vegetatsi- ooni algul koos ammoonium- salpeetriga	Tõrjub suhteliselt hästi tali- ja talvi- tuvaid umbrohte — kesalille, rukki- lille, põld-litter- heina jt
2M-4H (dikoteks; metaksoon)	Hall või violetne pulber või vesi- lahus, karbol- happe lõhnaga, vähehohtlik, vees hästi lahustuv	Pulber, 80 %, vesi- lahus 40 %	Teraviljajale 1,5 ... 2, kõrre- liste hein- taimedele 1,5 ... 2, linale 0,9 ... 1,9, her- nele 0,9 ... 1	Süsteemse mõjuga. Pritsi- takse umbro- hutaimedele	Kaheiduleheliste umbrohtude tõrjeks teraviljade ja kõrre- liste heintaimede põldudel võrsumise faasis, linapõldudel «kuusekese» faasis (5 ... 15 cm), hernepõldudel 5 ... 15 cm kõr- guses kasvufaasis	Mõjult sarnaneb 2,4-D preparaati- dega, kuid on laie- malt kasutatav
2,4-DM (SYS-67 B)	Valge, vähehohtlik, 80 % vees lahustuv pulber (harvemini 25 % vedelik)	80 %	Teraviljajale liblikõieliste allakülviga 2,5 ... 4, ristiku- le 2,5 ... 4, lutsernile 1,9 ... 3	"	Kaheiduleheliste umbrohtude tõrjeks teraviljapõldudel võrsumise faasis, ristiku ja lutserni allakülviga teravilja- põldudel ning ristiku- ja lutser- nipõldudel liblikõieliste esimes- te pärislehtede faasist alates	Mõjult sarnaneb 2M-4HM-ga
2M-4HM (tropotoks, SYS-67 MB)	Valge kuni halli- kas pulber, lõhna- ta, kristalne, kesk- miselt toksiline, vees suhteliselt halvasti lahustuv	80 %	Teraviljajale liblikõieliste allakülviga 2 ... 2,5, risti- kule, lutsernile, mesikale 2 ... 3, hernele 2 ... 2,5	"	Kaheiduleheliste umbrohtude tõrjeks teraviljapõldudel võr- sumise faasis, ristiku, lutserni ja mesika allakülviga teravilja- põldudel ning ristiku-, mesika- ja lutsernipõldudel liblikõielis- te esimeste pärislehtede faa- sist alates	Tõhus ka mõnede mitmeaastaste umbrohtude, nagu kassitapu, osjade ja piimohakate tõrjel. Nõrgalt tõr- jub madaraid kesalille, vahu- ja harilikke rohtu- taimede

2M-4HP (rankoteks, mekoprop, SYS-67, MPROP)	Kasutamise ohutik- kusega vedelik	50 %	Teraviljajale 2,5 ... 4, kõrre- liste hein- taimedele kylviaastal 4 ... 5, kõrrelis- tele rohumaa- dele 7,5	Süsteemse to- mega, pritsi- takse umb- rohutaimedele	Kaheiduleheliste umbrohtude tõrjeks teraviljapõldudel võr- sumise faasis, kõrrelistele hein- ja rohumaa- dele pärast tärka- mist, kõrrelistele rohumaa- dele augusti lõpul, septembri algul	Tõhusamad pre- paraadid kõrvenõ- gese tõrjel (pritsi- da siis, kui nõges on 5 ... 15 cm kõr- gune). Üsna tõhus vesiheina, rooma- va madara, kesa- lille ja hariliku punandi tõrjel
Banvel-D (dikamba)	Vähehtlik vedelik	48 %	Teraviljajale 0,15 ... 0,5	Süsteemse to- mega, pritsi- takse umbro- hutaimedele. Tungib taime- desse ka juurte kaudu	Peamiselt kaheiduleheliste umbrohtude tõrjeks teravilja- põldudel võrsumise faasis	Üks tõhusamaid preparaate kahe- iduleheliste umb- rohtude tõrjel. Hä- vitab rahuldavalt mitmeid liike (roomav madar, vesihein, kassitapp, põldohakas), mis on 2,4-D preparaai- tidele vastupidavad
Dialeen	2,4-D alumiinisoo- la ja banvel-D segu, vähehtlik	40 %	Suviteraviljale 1,5 ... 2,5, tali- teraviljale 2 ... 3	"	"	Paljude umbroh- tude (vesihein, põldohakas jt) tõr- jel tõhusam kui 2,4-D preparaadid
Diamet-D	2M-4H ja banvel-D segu, vähehtlik	40 %	Teraviljale 4,1 ... 7	"	"	"

1	2	3	4	5	6	7
Basagran	Pruunikas vedelik, 48 % väheohalik, vees hästi lahustuv		Teraviljale, maisile, kõrrelistele heintaimedele 2...4	"	Kaheiduleheliste umbrohtude tõrjeks teraviljapõldudel võrsumise faasis, kõrrelistel heintaimedel ja maisil esimeste päris lehtede faasis	Tõhusamaid preparaate kaheiduleheliste umbrohtude tõrjel. Tõrjub edukalt roomavat madarat, hariliku punandit, kõrvikuid, harilikku puju, kirburohtu jt 2,4-D preparaatidele vastupidavaid umbrohte
Prometriin (gesagard)	Valge või hall pulber, ebameeldiva lõhnaga, vees halvasti lahustuv (annab suspensiooni), väheohalik	50 %	Kartulile 4...5, porgandile 4...6, sibulale 1,5...2,5	Süsteemse toimega. Tungib taimedesse nii lehtede kui ka juurte kaudu	Ühe- ja kaheiduleheliste umbrohtude tõrjeks. Kartulile, porgandile, sibulale jt puitsida vähemalt 4...6 päeva enne tärkamist	Muld peab olema puitsimise ajal niiske või harida muldi pärast puitsimist. Säilib mullas 3 kuud
Topogard (A-3623)	Helekollane pulber, väheohalik, vees halvasti lahustuv (annab suspensiooni)	50 %	Kartulile 2...4	"	"	"

Linuroon (afaloon, aresiin)	Valge pulber, kristalne, väheohalik, vees lahustuv	47 %	Kartulile 4...6, porgandile 4...5	"	"	Laguneb mullas kiiremini kui prometriin ja topogard
-----------------------------	--	------	-----------------------------------	---	---	---

Semeroon (desmetriin)	Vees halvasti lahustuv pulber (annab suspensiooni), väheohalik	25 % või 50 %	Söögi- ja söödakapsale 25-1,5...2, 50-0,8...1,2	"	Peamiselt üheaastaste kaheiduleheliste umbrohtude tõrjeks. Puitsitakse 3...5 lehe faasis või 2 nädalat pärast istutamist, kui taimed on korralikult juurdunud	Eriti umbrohtumurd põldudel puitsida 2 korda enne külvi 25-1,5 kg/ha, 3...5 pärislehe faasis 0,5 kg/ha
-----------------------	--	---------------	---	---	---	--

Simasiin	Valge või helehall pulber, vees halvasti lahustuv (annab suspensiooni), väheohalik	50 %	Maisile 3...12 sõltuvalt mulla loomisest, huumusisaldusest ja maisi kasvatamise iseärasustest. Puuvilja- ja marjaaedades 8...10	Süsteemse toimega. Tungib juurte kaudu	Ühe- ja kaheiduleheliste umbrohtude tõrjeks. Puitsitakse enne maisi külvi või tärkamist. Puuvilja- ja marjaaedades varakevadel või sügisel pärast lehtede langemist	Mullas toksiline 2 või enam aastat, mistõttu ei saa kasvatada teisi kultuure peale maisi
Atrasiin	"	50 %	Maisile 3...8. Puuvilja- ja marjaaedades varakevadel või sügisel pärast lehtede langemist 5...6	"	"	Mullas toksiline 1...2 aastat, mistõttu ei saa kasvatada teisi kultuure peale maisi

Propasiin	"	50 %	Porgandile 3...6	"	Puitsitakse enne porgandi külvi või tärkamist. Hävitab peamiselt kaheidulehelisi umbrohte	Mullas toksiline 6...12 kuud
-----------	---	------	------------------	---	---	------------------------------

1	2	3	4	5	6	7
Püramiin (fenasoon)	Vees halvasti lahustuv pulber (annab suspensi- ooni), väheohklik	60 % või 80 %	Söögi, sööda, poolsuhkru- ja suhkrupeedile 4...8	Süsteemse toi- mega. Tungib taimedesse nii lehtede kui ka juurte kaudu	Pritsitakse pärast peedi külvi või tärkamist. Soovitav mul- laharimisel segada mullaga. Peamiselt üheaastaste kaheidu- leheliste umbrohtude tõrjeks	Mullas toksiline 2...2,5 kuud
Betanaal	Emulsioonkont- sentraat, vähe- ohklik	17 %	Söögi, sööda, poolsuhkru- ja suhkrupeedile 6...8	Süsteemse toi- mega. Tungib taimedesse lehtede kaudu	Kaheiduleheliste umbrohtude tõrjeks. Pritsitakse alates esi- meste pärislehtede faasist	Kirburohtude tõrjel mõju väike
Lenatsiil (vensaar)	Vees halvasti lahustuv pulber (annab suspensi- ooni), väheohklik	80 %	Söögi, sööda, poolsuhkru- peedi- ja suhk- rupeedile 1...2, maasi- kale enne istu- tamist 2,5...5	Süsteemse toi- mega. Tungib taimedesse peamiselt juurte kaudu	Peamiselt kaheiduleheliste umbrohtude tõrjeks enne külvi või istutamist. Soovitav mul- laharimisel segada mullaga	Mullas toksiline 5...6 kuud
Ramrod	Vees halvasti lahustuv vähe- ohklik pulber	65 %	Söögi- ja söö- dakapsale, kaalikale, nae- rile 7...10	Süsteemse toi- mega. Tungib taimedesse peamiselt juurte kaudu	Peamiselt kaheiduleheliste tõrjeks, kuid hävitab ka mõningaid üheidulehelisi (ku- kehriss, murunurmikas jt). Pritsitakse enne külvi või istutamist	Mullas toksiline 1,5...2 kuud
Treflaan (nitraan)	Emulsioonkont- sentraat, vähe- ohklik	25 %	Söögi, söö- dakapsale, kaalikale 4...8, tali- raskide tal- vade 2...4	Süsteemse toi- mega. Tungib taimedesse juurte kaudu	Üheaastaste kahe- ja üheidu- leheliste umbrohtude tõrjeks enne külvi ja istutamist. Et see perioodi jooksul preparaat on kiiresti lehtede sis tulet pärast istutamist kõrge mullaga segada	Mullas toksiline ühe vegetatsiooni
Leotred	Vedelik, vees hästi lahustuv, väheohklik	30 %	Taliteraviljale 0,3...0,4 söö- gi, sööda, poolsuhkru- ja suhkrupeedi- dile 0,3	Süsteemse toi- mega. Tungib taimedesse lehtede kaudu	Kaheiduleheliste eriti ohuline põld- ja püritõrjeks ja kesa- taimede hävitamiseks hille tõrjeks. Teraviljapõldudele pritsitakse võrumise faasis, peedipõldudele enne külvi	Et toksiline järel- mõju võib kesta kuni aasta, siis võib selle prepa- raadi kasutamise järel külvata vaid tema mõjule vas- tupidavaid kultuu- re (peamiselt kartulit)
TKA (naat- riumtri- klooratse- taat)	Valge kuni hele- pruun pulber, vees võrdlemisi hästi lahustuv, väheohklik	87 %	Kartuli, kapsa ja juurviljade külville eelne- val sügisel 50...70, keva- del 25...50	Kontaktse toi- mega. Tungib umbrohtu- mede juurtes- se, vegetatiivse paljunemise organitesse, idanditesse	Peamiselt kõrreliste umbroh- tude (eriti orasheina) tõrjeks. Hävitab umbrohtude idusid, seemneid, idandeid, risoomide ja juurte kasvupungi	Toksiline järelmõju 1...2 aastat

Universaalse e. mittevaliva toimega

Monuroon Valge või helehall 80 %
pulber, vees halvasti lahustuv
(annab suspensi-
ooni), väheohklik

1,5...5

Väikeste
annuste korral
süsteemse,
suurte korral
kontaktse
toimega. Mõ-
jub lehtede,
varte ja juurte
kaudu

Taimkatte hävitamiseks jäät-
maadel, kraavikallastel, põllu-
ning teeäärte ja puuvilja- ning
marjaaedade võraalustes. Prit-
sitakse nii umbrohtuainetele
kui ka mullale

Toksiline järelmõju
1...2 aastat

1	2	3	4	5	6	7
Nitrofeen	Tumepruun pasta- taoline aine, kesk- miselt ohtlik, tera- va lõhnaga, soojas vees hästi lahustuv	60 %	40 ... 75	Kontaktse toimega	Peamiselt võrmise tõrjeks lutserni-, ristiku- jt põldudel. Pritsitakse võrmiga umbrohtu- nud põlde	
Utaal (glüfosaat)	Vedelik, vees hästi lahustuv, väheohtlik	36 %	Vähemalt 3 kuud enne kultuuride kül- vi 4 ... 10. Puu- vilja- ja marja- aedades 4 ... 10	Süsteemse toi- mega. Tungib kultuuride kül- vi 4 ... 10. Puu- vilja- ja marja- aedades 4 ... 10	Lühi- ja pikaealiste umbrohtu- de tõrjeks vähemalt 3 kuud enne kultuuride külvi, puu- vilja- ja marjaaedades vegetat- siooniperioodil. Seda tõhusam, mida suurem on umbrohtude maapealsete vegetatiivosade mass	Lühiajalise toksi- lise järelmõjuga (1,5 ... 3 kuud). Vä- ga perspektiivne preparaat suvel ja sügisel pärast kultuuride korista- mist. Võib kasuta- da ka heintaimede kamara hävitami- seks enne ümber- küüdi
Fosuleen	Pulber, vees hästi lahustuv, vähe- ohtlik	50 %				

Plaan koostatakse järgmisevormilise tabelina.

Herbitsiidide kasutamise perspektiivplaan

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Kultu- rid	Kas- vata- tavad	Kul- tuu- ride	Kasuta- tav her- bitsiid	Pre- pa- raadi	Pritsi- misa- g	Pritsi- misa- g	Herbit- siidi	Mär- kusi	
külvi- korra- järjes- tuses	sor- did	pind- ala ha	(nime- tus, toi- meaine- sisaldus %	kulu- norm kg/ha	kulu- norm l/ha	ri aren- gufaas)	kogu- vajadus kg		

Herbitsiidide kasutamise perspektiivplaan on üldiseks alu-
seks herbitsiidide kasutamisel külvikorras. Tingimuste muutumi-
ni tuleb seda plaani täpsustada ja täiendada.

7. Pestitsiidide (herbitsiidid, defoli- andid, desikandid, retartandid jt) toksilisus ja ohutusnõuded nende kasutamisel

Pestitsiidide kasutamisel tuleb rangelt täita ohutusnõudeid, et
mitte rikkuda inimese tervist ja saastada keskkonda.

Iga pestitsiid on vähem või rohkem toksiline ka inimesele ja
loomadele. Toksilisuse mõõduks on doos, s. o. pestitsiidi hulk, mis
kutsuab esile mürgistumise. **Letaalne doos** on minimaalne hulk
pestitsiidi, mis võib kutsuda inimese või looma organismi sattu-
misel esile surmaga lõppeva mürgistuse.

Pestitsiidide mürgisuse võrdlemisel kasutatakse mõistet **kesk-
miselt surmav doos (SD₅₀)**, mille toime sureb 50 % loom-
organismidest.

Pestitsiidide toksilise mõju järgi seedeorganitese sattumisel ja
gunevad pestitsiidid inimesele ja püsisoojastele keskmiselt sur-
mava doosi suuruse alusel (elusmassi ühe kilogrammi kohta) nel-
ja rühma:

- 1) tugevatoimelised e. üliohtlikud — SD₅₀ kuni 50 mg;
- 2) väga mürgised e. väga ohtlikud — SD₅₀ 51 ... 200 mg;
- 3) mürgised e. ohtlikud — SD₅₀ 201 ...
... 1000 mg;
- 4) vähemürgised e. väheohtlikud — SD₅₀ üle 1000 mg.

Kemikaali toksilisus sõltub ka organismi omadustest ja välist keskkonna tingimustest. Tugevatoimelisi ja väga mürgiseid pestitsiidide toodetakse järjest vähem. Herbitsiididest, defoliantidest ja desikantidest kuulub väga mürgiste hulka vaid DNOK, mille kasutamine peatselt lõpetatakse.

Lähtudes eeltoodust tuleb pestitsiidide (herbitsiidid jt) kasutamisel rangelt täita ohutusnõudeid, mis on fikseeritud NSV Liidu põllumajanduse ministri poolt 1976. a. kinnitatud dokumendis «Pestitsiidide säilitamise, transportimise ja kasutamise ohutus- tehnilised eeskirjad põllumajanduses». Vastavalt sellele peab keemilist taimekaitset juhtima kesk- või kõrgharidusega agri- noom. Pestitsiididega võivad töötada üksnes terved inimesed vanuses 18...50 (naised) ja 18...55 (mehed) eluaastat. Nad peavad olema meditsiiniliselt kontrollitud, instrueeritud ja sooritanud tehnilise miinimumi katsed.

Tööpäev võib mürgiste ja vähemürgiste preparaatidega töötamisel olla 6, väga mürgiste ja tugevatoimeliste preparaatidega töötamisel 4 tundi pikk. Pärast seda võib 2 tundi teha pestitsiididega mitteseotud töid. Pestitsiididega töötamise ajal tuleb kanda eririietust ja individuaalseid kaitsevahendeid. Hingamiselundeid kaitstakse respiraatori või gaasimaskiga, silmi hermeetiliste prillidega II O-2 jt.

Eririietus peab olema kummeeritud, vajalikud on kummikindad ja -saapad. Agregaadiga tuleb liikuda nii, et tuul ei kannaks mürgi inimestele ja masinatele. Tugeva tuulega pole pritsimine lubatud.

Töökohal ja töötamise ajal ei tohi süüa, juua ega suitsetada. See on lubatud töö vaheaegadel vähemalt 200 m kaugusel töödeldavast piirkonnast. Enne söömist tuleb tööriided ära võtta, pesta nägu ja käed seebiga puhtaks ning loputada suu.

Töö lõpetamisel ei tohi jätta pestitsiidide ega taarat järelevalvet. Preparaadi ülejäägid tuleb tagastada lattu ja eririietus jätta selleks ettenähtud ruumi. Kummikindaid käest võtmata tuleb eririietusel olev pestitsiid neutraliseerida kas 3...5% kaltsineeritud sooda lahuse või lubjapiimaga. Respiraator tuleb puhastada kuiva puhta lapiga ja selle riidest osad pesta puhtaks sooja veega. Tugeva saastumise korral tuleb padrunid respiraatorist eemaldada, mask pesta seebiga ja töödelda 0,5% kaaliumpermanganaadilahusega.

Kasutamata jäänud pestitsiidide töölahus tehakse kahjutuks 5% seebikivilahusega või kustutatud kloorlubja suspensiooniga. Samal viisil tehakse kahjutuks ka vesi, millega pesti pritsi, traktoreid, taarat jm. See töö tuleb teha pestitsiidide kasutamise eest

hoidumise isikute juhtimisel ja vähemalt 200 m kaugusel elamustest, kaevudest, farmidest, jõgedest, järvedest jms.

Enne ülaltoodud ohutusnõuete tuleb pestitsiidide kasutamisel jälgida, kas preparaati koguneb kultuurtaimedesse, millistesse taimedesse ja missugusel määral ning kas toiduainetesse kuhjunud pestitsiidijäägid on inimestele ja loomadele ohutud.

Reaktsioonikaitse huvides tuleb uute pestitsiidide juurutamisel arvestada ka nende mõju ökosüsteemile.

IX. Defoliandid, desikandid ja retardandid

Defoliandid on keemilised ained, mis kutsuvad taimedel esile lehtede varisemise ja mida kasutatakse kultuurtaimede lehtede koristuseelseks eemaldamiseks.

Desikandid on keemilised ained, mis kutsuvad esile taimekuude karmumise ja kuivamise ning mida kasutatakse kultuurtaimede vegetatiivosade (lehed, varred) koristuseelseks kuivatamiseks.

Nii defoliantide kui ka desikantide kasutamise peamine eesmärk on kultuuride koristustingimuste parandamine ja koristus- sadude vähendamine (lutserni, ristiku jt kultuuride seemnekasvatuses, kartuli, puuvilla jt kultuuride kasvatamisel jne). Kõige enam kasutatakse defoliantide puuvillakasvatuses, sest muidu ei saaks puuvilla masinatega koristada.

Defoliantide kasutatakse ka lehtede eemaldamiseks puuviljaistikutelt enne istutamist.

Meie vabariigis pritsitakse defoliantidega eelkõige lutserni, ristikute, kõõgivilja ja söödajuurvilja seemnepõlde ning kartulipõlde enne koristamist.

Defoliandid toimivad suurtes annustes nagu kontakt-herbitsiidid ja desikandid. Desikantidena võib kasutada enamikku kontakt-herbitsiidide.

Oluline erinevus herbitsiididega võrreldes on see, et pritsimis- lahust kulub rohkem: traktoripritside kasutamisel 400...800 l/ha, lennukilt pritsimisel 100 l/ha.

Ülevaate tähtsamate defoliantide, desikantide ja retardantide kasutamisest annab tabel 17.

Defoliandid, desikandid ja retardandid

Tabel 17

Nimetus	Tunnused	Toimeaine- sisaldus	Preparaadi kulunorm	Kasutamine
Defoliandid ja desikandid				
Regloon	Vedelik, keskmiselt ohtlik	40 %	Suhkrupeedi seemneistikutele 5...10 l/ha, söögi- ja sööda-peedi seemneistikutele 4...6 l/ha, lutserni ja ristiku seemnepõldudele 2...5 l/ha, kartulipealsete kuivatamiseks 2...5 l/ha, põldoa ja lupiini seemnepõldudele 2...5 l/ha	Seemneistikuid ja seemnepõlde pritsitakse kultuuride vahaküpsuse algfaasis vegetatiivosade kuivatamiseks, kartulipõlde 5...6 päeva enne koristamist
Hüdreel	Vedelik, vähe ohtlik	40 %	Puuvillapõldudele 12,5...20 l/ha	Pritsitakse defoliatsiooni või desikatsiooni esilekutsumiseks siis, kui seemnekarbiketest on 10...30 % avanenud
Deboss	Granuleeritud tahke aine, keskmiselt ohtlik	80 %	Üheaastase lupiini seemnepõldudele 10...20 kg/ha	Pritsitakse defoliatsiooni esilekutsumiseks siis, kui seemneid on muutunud kollaseks, või lehtede kuivatamiseks kaunte pruunistumise algfaasis
Butifoss	Emulsioonkontsentraat, 70 % keskmiselt ohtlik	70 %	Puuvillapõldudele 1,4...3 l/ha, viljapuustikutele 6...12 l/ha	Puuvillapõlde pritsitakse siis, kui seemnekarbiketest on 10...30 % avanenud, viljapuustikuid defoliatsiooni esilekutsumiseks 15...18 päeva enne väljakaevamist
Retardandid				
Kloorkoliinkloriid (CCG) või TUR	Kollakaspruun vedelik, ebameeldiva lõhnaga, väheohtlik	60 %	Tali- ja suvinisule (harvemini ka teistele teraviljadele) 4...5 kg/ha	Pritsitakse võrsumise lõppfaasis. Võib valmistada ühise lahuse 2,4-D preparaatidega ja vajaduse korral pritsida koos
Kamposaan	Rohekas vedelik, ebameeldiva mädamunalõhnaga, väheohtlik	40 %	Talirukkile 4...5 kg/ha	Pritsitakse võrsumise lõppfaasis

Retardandid on keemilised ained, mis mõjutavad taimede kasvu ja suurendavad teraviljade seisukindlust.

Retardantide seisukindlust suurendav mõju on tingitud peamiselt teraviljakõrte lühenemisest preparaadi toimel.

Meie vabariigis kasutatakse kaht retardanti — kloorkoliinkloriidi e. CCC-d (ka TUR) ja kamposaani (tabel 17).

X. KÜLVIKORRAD

Külvikorrad on maaviljelussüsteemi tähtsaim komponent. Nad on aluseks agrotehniliste, melioratiivsete ja organisatsiooniliste abinõude plaanipärasel rakendamisel selleks, et intensiivistada maa kasutamist, parandada muldade viljakust ja suurendada saake.

Külvikordade süsteem peegeldab kõige paremini majandi maaviljeluse organisatsiooni ja taset, sest sellele tuginedes ja sellest sõltuvalt valitakse mullaharimis-, väetamis- ja taimekaitse süsteem.

1. Külvikorra ja viljavahelduse mõiste

Klassikaline külvikord on mõistelt laiem kui viljavaheldus; viljavaheldus on vaid üks külvikorra komponentidest. Klassikalises määratluses on külvikord põllumajanduskultuuride ja puhaskesade teaduslikult põhjendatud ajaline ja paigutuslik vaheldumine külvikorraväljal. ГОСТ 16265-80 järgi on määratlus järgmine: «Külvikord on põllumajanduskultuuride ja puhaskesade teaduslikult põhjendatud ajaline ja paigutuslik või üksnes ajaline vaheldumine.»

Külvikordade agrotehnilised ja organisatsioonilised eellised (süsteemikindlus ja plaanipärasus) ilmnevad täielikult siiski vaid klassikaliste või neile lähedaste külvikordade rakendamisel, mis puhul põllumajandusmaa on jaotatud väljadeks ja kultuuride või kultuurirühmade järjestust tihti ei muudeta. Hädavajalikke ja tootmisvajadustest tulenevaid muudatusi võib ja tuleb aga ka sellistes külvikordades vahel paratamatult teha. Et klassikalisele määratlusele vastavate külvikordade rakendamiseks ei ole meie vabariigi paljudes majandites, osakondades ja brigaadides praegu ega ka tulevikus võimalusi, siis on otstarbekohane teha arusaamatuste vältimiseks selget vahet erineval tasemel rakendatud külvikordade vahel. Oleneb ju sellest nii külvikordade sisu ja

organiseeritus kui ka planeerimine ja rakendamine ning õpetamine üliõpilastele.

Vastavalt oma sisule ja organiseeritusele jaotatakse külvikorrad järgmiselt.

1. **Stabiilsed, klassikalisele määratlusele lähedased külvikorrad.** Haritav maa on jaotatud põllu-, sööda- ja erikülvikordadeks ning külvikorrad omakorda külvikorraväljadeks (meie vabariigis on väljad moodustatud tavaliselt mitmest erineva suurusega maakasutusüksusest). Külvikordadele on planeeritud kultuuride või kultuurirühmade kindel järjestus (rotatsioon) külvikorraväljal, millest püütakse kinni pidada (muudatusi tehakse vaid tootmisvajadustest tingituna). Niisugused külvikorrad võimaldavad perspektiivselt ja plaanipäraselt rakendada organisatoorseid ning agrotehnilisi abinõusid ja kergendavad seega oluliselt agrotööd. Selliste külvikordade rakendamine on võimalik meie vabariigi ühtlase mullastikuga majandites, osakondades ja brigaadides, kus peamised maaparandus- ja väljamelioratsioonitööd on tehtud ning tootmise arendamise suunad ja mahud vähemalt 10 ... 15 aastaks kindlaks määratud.

2. **Ebastabiilsed e. dünaamilised külvikorrad.** Haritav maa on samuti jaotatud põllu-, sööda- ja eriotstarbelisteks külvikordadeks ning külvikorrad omakorda külvikorraväljadeks. Külvikordadele võib olla 1) planeeritud kultuuride (kultuurirühmade) rotatsioon külvikorraväljal, millest aga rangelt kinni ei peeta ja mis äärmuslikuna võib tagada vaid kultuuride ajalise vahelduse igal külvikorraväljal eraldi, või 2) kultuuride (kultuurirühmade) rotatsiooni külvikorraväljal ei ole planeeritud ja püütakse tagada vaid kultuuride ajaline vaheldus igal külvikorraväljal.

Dünaamilise külvikorra peamine ülesanne on tagada kultuuride agrobioloogiliselt põhjendatud vaheldumine külvikorraväljal, s. t. viljavaheldus, kusjuures paigutuslik vaheldumine jääb teisejärguliseks.

Nende külvikordade rakendamiseks on meil võimalused olemas peaaegu kõikjal, ka kirju mullastikuga aladel, sest kultuuride ajaliseks vaheldumiseks pole oluline kõikide külvikorraväljade mullastikuline ühtlus, küll aga peab olema ühtlane iga välja mullastik omaette.

Dünaamilised külvikorrad ei ole nii head kui klassikalised külvikorrad, kuid võimaldavad siiski märgatavalt parandada viljavaheldust ja lihtsustada agrotööd.

3. **Üksikpõllu või maakasutusüksuse külvikorrad.** ГОСТ 16265-80 järgi võime arvata külvikordade hulka ka põllud ja maakasutusüksused, mis pole ühendatud suurteks külvikorraväljadeks, kuid kus igal eraldi rakendatakse agrobioloogiliselt põhjen-

datud viljavaheldust. Sisuliselt pole sel juhul siiski tegu külvikorra raga, vaid **viljavaheldusega**, sest peale paigutusliku vahelduse puudub siin ka külvikorra organisatoorne lüli — külvikorravälj.

Et üksikpõldudele või maakasutusüksustele on võimatu koostada pikaajalist kultuuride järjestust, siis tuleb agronoomidel igal aastal planeerida kõikidele põldudele või maakasutusüksustele uued kultuurid. Et viljavaheldus oleks seejuures agrobioloogiliselt põhjendatud, tuleb korrektselt pidada põlluraamatuid või perfokaarte. See nõuab agronoomidelt palju tööd ja vaeva, mis aga kõige halvem: perspektiivset melioratiivsete, agromelioratiivsete ja agrotehniliste abinõude plaani sadadele üksikpõldudele või maakasutusüksustele lihtsalt ei suudeta koostada. Seetõttu ei suuda agrobioloogilise viljavahelduse nõudeid täita kaugelki mitte kõik agronoomid.

Täiesti põhjendatud ja hädavajalik on üksikpõllu külvikorra rakendamine nendel põldudel või maakasutusüksustel, mida pole võimalik ühendada külvikorraväljadeks. Selliseid põlde on aga igas majandis, ühes rohkem, teises vähem.

Järgnevalt käsitletakse stabiilsete, klassikalisele määratlusele lähedaste külvikordade planeerimist, sest see sisaldab kõik vaja liku ka madalamal organisatoorsel tasemel olevate külvikordade (ebastabiilsed jt) planeerimise kohta.

2. Külvikordade klassifikatsioon

Külvikordade klassifikatsiooni aluseks on nende majanduslik olemus ja saagi liik (teravili, söödad, köögivilid, tehnilised kultuurid jt) ning bioloogiliselt ja tehnoloogiliselt erinevate kultuurirühmade (teraviljad, rühvelkultuurid, heintaimed) vahet.

Külvikorrad jagunevad kolme tüüpi: 1) põllukülvikorrad; 2) söödakülvikorrad; 3) eriotstarbelised külvikorrad.

Põllukülvikordi rakendatakse peamiselt mineraalmuldadel. Nendes külvikordades kasvatatavad kultuurid annavad põhiliselt toidukasvatusest kaubatoode (teravili, kartul, lina) ja kaaluka osa loomasöödast.

Söödakülvikordades kasvatatakse peamiselt söödakultuure (heintaimed, silokultuurid jt), kaubatoode saadakse siit harva (rohukuiviseid jms söödatehastele).

Eriotstarbelistes külvikordades kasvatatakse kultuure, mille kasvatamise tehnoloogia erineb oluliselt tavaliste põllukultuuride agrotehnikast (köögivilid, heinaseeme).

Külvikordade tüübid jaotatakse bioloogiliselt ja tehnoloogiliselt erinevate kultuurirühmade osatähtsuse järgi veel liikideks. Põllukülvikorra (P) liikidest on olulisemad järgmised.

1. Teravilja—põldheina—rühvelkultuuride külvikord (ühendatult THR), kuhu kuulub enamik 6...10-väljalisi külvikordi.

2. Teravilja—põldheina (TH) külvikord, kus rühvelkultuure ei kasvatata ja teraviljavälju on rohkem kui põldheinavälju.

3. Teravilja—rühvelkultuuride (TR) külvikord, kus puudub põldhein ja teraviljavälju on rohkem kui rühvelkultuuride välju.

4. Teravilja—rühvelkultuuride—põldheina (TRH) külvikord, kus rühvelkultuure on rohkem kui põldheina või on nende väljade arv võrdne. Siia kuuluvad pikad 6...12-väljalised külvikorrad.

5. Põldheina—teravilja (HT), põldheina—teravilja—rühvelkultuuride (HTR) ja põldheina—rühvelkultuuride—teravilja (HRT) külvikordades on põldheina all kõige enam välju ja teisel kohal on kas teravili või rühvelkultuurid.

6. Teraviljakülvikorras (T) on vähemalt 75 % pinnast teravilja all, ülejäänud pind on aga kas mustkesa või kasvatatakse seal keemikultuurina valget mesikat, lupiini, segatist, rapsi või ristikut.

7. Rühvelkultuuride (R) ja rühvelkultuuride—teravilja (RT) ning rühvelkultuuride—teravilja—põldheina (RTH) külvikordi rakendatakse eelkõige siis, kui majandis on rühvelkultuuride (eelkõige kartuli) kasvatamiseks sobivaid muldi vähe.

Söödakülvikord (S) jaguneb järgmisteks liikideks.

1. Kultuurkarjamaa- e. karjamaakülvikorras (K) kasvatatakse keskmiselt 4...9 aastat heintaimi ja seejärel mineraalmuldadel 1...2 aastat vahet (teravili, rühvelkultuurid). Turvasmuldadel tavaliselt vahet (teravili, rühvelkultuurid) ei kasvatata; pärast ümberkündi ja harimist tehakse kohe heintaimede uuskülv. Valdav osa kultuurkarjamaade saagist kasutatakse karjatamisel.

2. Niidu- e. heinakülvikorras (H) kasvatatakse keskmiselt 3...6 aastat heintaimi, mida kasutatakse enamasti niiteliselt (heinaks, küvsiiloks, märgsiloks, rohukuiviseks).

3. Rohukülvikord (Ro) on olemuselt kahe eelmise vahepealne: selle ülesanne on anda suurfarmidele suvel etteniidetavat haljassööta. Et rohusaak oleks pidev, valitakse erinevaid heintaimeliike, väetatakse diferenseeritult ja sageli ka niisutatakse.

4. Farmilähedast (F) külvikorrast saadakse suvist haljassööta ja talveks juurvilja ning silo. Tänapäeval on farmilähedaste külvikordade osatähtsus intensiivse maaviljeluse tõttu väike.

Eriotstarbelise külvikorra liikidest on meil olulisemad järgmised.

1. Köögiviljakülvikord (Kv), mille rakendamine on vajalik köögiviljakasvatusele spetsialiseerunud majandites.

2. Heinaseemnekülvikord (Hs), milleta ei tulda toime heina seemnekasvatusele spetsialiseerunud majandites.

3. Erosioonitõkestav külvikord, kus kasvatatakse peamiselt vee- või tuuleerosiooni mõju vähendavaid kultuure (põldhein, haljasväetiskultuurid jt.). Meil omab peamist tähtsust kuppelaladel

3. Külvikordade planeerimine (projekteerimine)

Külvikordade planeerimine on vastutusrikas töö, millest võtab osa enamik majandi spetsialiste, kuid juhtiv osa selles töös kuulub siiski agronoomidele.

Külvikorrad tuleb planeerida nii, et neist oleks abi

1) põllumajandusliku tootmise laiendamisel vastavalt majandi (osakonna, brigaadi) spetsialiseerumisele ja perspektiivplaanile;

2) põllumajandussaaduste riigile müümise plaani täitmisel;

3) loomakasvatusele vajalike söötade tootmisel (nii kvantitatiivselt kui ka kvalitatiivselt);

4) maa ratsionaalsel kasutamisel, mullaviljakuse ja taimekasvatussaaduste saagikuse tõstmisel ning kogutoodangu suurendamisel;

5) soodsate tingimuste loomisel töö teaduslikuks korraldamiseks, tehnika paremaks kasutamiseks ja tööviljakuse tõusuks

3.1. Külvikordade planeerimise alused

Külvikordade planeerimisel on aluseks järgmised andmed:

1) mullastiku- ja kliimatingimused — mullastiku agrorühmad ja nende sobivus kultuuride kasvatamiseks, harimiskindlus ja haritavus;

2) maafondi agronoomiline seisund ja agrotehnikat mõjutavad tegurid (veerežiim, põldude ja maakasutusüksuste suurus, konfiguratsioon jne);

3) kaubatoodangu riigile müügi perspektiivplaan;

4) tootmissuund ja loomakasvatussaaduste tootmiseks vajalik söötade kogus;

5) majandi varustatus põhi- ja käibevahenditega;

6) kultuuride järjestuse planeerimise agrobioloogilised alused

Agro- rühma tähistus	Agrorühma kuuluvad valdavad mullad	Agrorühmade sobivuse hinnang hindepunktides (3...10)										
		Tali- rukis nisu	Tali- nisu	Suvi- nisu	Oder	Kaer	Kesk- tera- vili	Kar- tul	Söö- da- juur- vili	Põld- hein (ris- tik + kõr- rel)	Lut- sarn piin	Lu- piin
Ala	Keskmise sügavusega rähksed mullad	9	7	7,5	8,5	8	8,5	(8,5)	7	7	9	x
Alb	Üle 50 hindepunktiga liivsavimullad	9	9	9	9,5	9	9	8	8	8	10	x
A2a	Leostunud ja leetjad mullad	9,5	8	8	9	8,5	9	(9,5)	9	8,5	9	9
A2b	Üle 50 hindepunktiga liivsavimullad	9,5	10	10	10	10	10	9	10	9	10	7
A3a	Leetunud mullad	10	7,5	8,5	9	9	9	10	9	9,5	8 ²	9
A3b	Liivsavimullad	9	9,5	9,5	9	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	8 ²	7
A4a	Hästi kuiven- datud gleistu- nud ja gleimullad	9	8	7,5	9	9	9	8,5	8	10	x	7
A4b	Põuakartlikud leetunud ja leetjad liivmullad	8	10	9	9	10	9,5	8	9	10	x	6
B1		7	5	4,5	6,5	6	6	7	6,5	5	x	10

B2	Erosioonist mõjutatud keskmise löimisega mullad 3...8° kallakutel	8	7	6	7	7	7	7	6	5	8	8 ²	7
B3	Hästi kuivendatud kerge löimisega gleistunud ja gleimullad	8	6	5,5	7,5	8	8	8	8	7	8	x	7
B4	Hästi kuivendatud raske löimisega gleistunud ja gleimullad	6	9	8	7,5	8	8	8	8	8	10	x	x
B5	Puudulikult kuivendatud gleistunud mullad	6	4,5	4,5	6,5	7	7	7	6	6	8	x	x
C1 ¹	Põuakartlikud õhukesed paepealsed, õhukesed rähksed mullad ja lubjarikkad liivmullad	6	5	4,5	6	5	5	5	5	4	4	7	x
C2	Erosioonist mõjutatud mullad üle 8° kallakutel	6	5	4,5	5	5	5	5	4	3	6	7	x
C3	Hästi kuivendatud turvastunud ja turvasmullad	6	4	4	6	7	5,5	4	4	4	10	x	x
C4	Puudulikult kuivendatud glei-, turvastunud ja turvasmullad	4	3	3	4	5	4	3	3	x	6	x	x

Märkused. 3...10 teravilja ratsionaalse liigilise koosseisu korral;

² Lutserni ja mesika kasvatamisel anda üheaegselt seemnete külviaga lubjaväetisi;

x – ei sobi kasvatamiseks või ei ole otstarbekas kasvatada;

(...) saviliivmuldadel.

3.1.1. Mullastiku- ja kliimatingimused

Mullastiku- ja kliimatingimused on kõige olulisem lähtekoht külvikordade planeerimisel.

Agronoomilisest seisukohast omab seejuures suurt tähtsust majandi jaotamine mullastiku agrorühmadesse ja nende rühmade kasutussobivus põllumajanduskultuuride kasvatamiseks (tabel 18), külvikorratüüpide rakendamiseks (tabel 19) ja viljavahelduse ning mullastiku seisukohast sobivate põllukülvikorraliide rakendamiseks (tabel 20).

Tabel 19

Mullastiku agrorühmade kasutussobivus põllu-, sööda- ja eriotstarbelistes külvikordades (V. Valleri järgi autori täiendusega)

Agrorühma tähistus	Agrorühma kasutussobivus		
	põllukülvikordades	söödakülvikordades (välja arvatud farmilähedased)	eriotstarbelistes külvikordades (välja arvatud erosiooni tõkestavad)
	hea	hea	hea
	hea	hea	hea
	hea	hea	hea
	hea	hea	hea
	hea	hea	rahuldav
	hea	hea	rahuldav
	hea	hea	hea
	hea	hea	hea
	rahuldav	ei sobi	ei sobi
	rahuldav	hea	Hs – rahuldav
			Kv – ei sobi
	rahuldav	rahuldav	rahuldav
	rahuldav	hea	Hs – rahuldav
			Kv – ei sobi
	rahuldav	hea	ei sobi
	ei sobi	rahuldav	ei sobi
	ei sobi	rahuldav	ei sobi
	ei sobi	hea	ei sobi
	ei sobi	rahuldav	ei sobi

Märkus. Hs – heinaseemnekülvikord,
Kv – köögiviljakülvikord.

Kultuuride järjestus külvikordades (A. Piho, V. Valleri ja autori andmed)

Tabel 20

Agro- rüh- ma fähis- tus	Agro- rüh- ma kuu- luvate muldade (70 %) ise- loomustus	Põllu- külv- korra liik	Väl- jade arv	Kultuuride paigutus näidis- külvikorras	Teravil- jade	Rühvelkul- tuuride	Heintai- mede (kõr- rel, libl, mesikas jt)	Kultuuride erinevustest tingitud huumusbi- lanss (t/ha)
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ala	Keskmise	TRH	7	ris,vod,tt,rü,st, st,od	72	14	14	-5
	sügavusega rähk-	TRH	6	ph,tt,st,rü,st,st	66	17	17	-4,5
Alb	sed kesk-	TRH	6	ph,vod,tt,rü,st,st	17	17	-4,5	
	mise löi-	TRH	5(6)	mes,tt,st,rü,st,(st)	60(66)	20(17)	20(17)	-3(-4)
	misega	TRH e.	5(6)	mes,tt,rod,kart,(kart)vod	60(50)	20(33)	20(17)	-3(-5)
	mullad	kart.KK	5(6)	ris,si,(st),mes,tt,st	60(66)	40(34)	40(34)	+1(0)
		TH	5	mes,tt,vod,tt,rod	80*	20	20	-2
		T	5	ris,st,vod,tt,rod	80	20	20	-2
A2a	Leostu-	THR	10(11)	ph,ph,(ph),tt,vod,tt,st,tt,rü,st,st	70(64)	10(9)	20(27)	-6(-4,5)
	nud ja leetjad	THR	9	ph,ph,tt,st,rü,st,vod,tt,st	67	11	22	-5
A2b	keskmise	THR	9	ph,ph,tt,vod,tt,st,rü,st,st	67	11	22	-5
	loimise	THR	7(8)	ph,ph,tt,st,(st),rü,st,st	57(62,5)	14(12,5)	29(25)	-3(-4)
	mullad	TRH	10(11)	ph,ph,tt,st,(st),rü,st,st,rod	60(64)	20(18)	20(18)	-7(-8)
		TRH	8(9)	ris,vod,tt,st,rü,st,vod,tt,st	75(78)	12,5(12)	12,5(12)	-5(-6)
		TH	5(6)	ph,ph,tt,st,(st)	60(67)	40(33)	40(33)	0(-1)
A3a	Leetunud	THR	9	ph,ph,tt,st,rü,st,vod,tt,st	67	11	22	-5
	keskmise	THR	9	ph,ph,tt,vod,tt,st,rü,st,st	67	11	22	-5
	loimise	THR	7(8)	ph,ph,tt,st,(st),rü,st,st	57(62,5)	14(12,5)	29(25)	-3(-4)
	mullad	TRH	5(6)	ris,tt,st,rü,st,(st)	60(66)	20(17)	20(17)	-3(-4)
		TRH	5(6)	mes,tt,st,rü,st,(st)	60(66)	20(17)	20(17)	-3(-4)
A3b		TH	5(6)	ph,ph,tt,st,(st)	60(67)	40(33)	40(33)	0(-1)
		TR e.	4(5)	kart,(kart),vod,tt,st	75(60)	25(40)	25(40)	-5(-7)
		kart.KK	5(6)	ris,tt,st,kart,(kart)vod	60(50)	20(33)	20(17)	-3(-5)
		TRH "	4	mk,tt,st,st	75			-7
		T						
A4a	Hästi kui- vendatud	THR	11(12)	ph,ph,(ph),tt,st,st,rü,st,st,rod,tt,st	64(58)	18(17)	18(25)	-8(-6,5)
	keskmise	THR	8(9)	ph,ph,(ph),tt,st,st,rü,st,st	62,5(56)	12,5(11)	25(33)	-4(-2,5)
	loimise	THR	7(8)	ph,ph,(ph),tt,st,rü,st,st	57(50)	14(12,5)	29(37,5)	-3(-1,5)
	gleistu-	TH	5(6)	ph,ph,(ph),tt,st,st	60(50)		40(50)	0(+1,5)
	nud ja gleimullad	TR e.	4(5)	kart,(kart),vod,tt,st	75(60)	25(40)		-5(-7)
B1	Põuakart- likud lee- tunud ja liivmullad	kart.KK	5(6)	mes või ris,tt,rod,kart,(kart),vod	60(50)	20(30)	20(17)	-3(-5)
		"	4	mk,tt,st,st	75			-7
		THR	5	ph,ph,tt,rü,st	40	20	40	-1
		TRH	4	lup,tt,kart või mais,kaer	50	25	25	-2
		TR	4	kart või mais,vod,tt,kaer	75	25		-5

1	2	3	4	5	6	7	8	9
B2	Erodeeritud keskmise lõimisega mullad 3... 8° kallakutel	TH HT	5(6) 4(5)	ph, ph, (ph), tt, st, st ph, ph, (ph), tt, st	60(50) 50(60)		40(50) 50(40)	0(+1,5) +1(+2,5)
B3	Hästi kuu- vendatud kerge lõi- misega gleistunud ja glei- mullad	THR TH TR e. kart. kk	6(7) 4(5) 4(5)	ph, ph, tt, st, rü, st, (st) ph, ph, tt, st, (st) kart, (kart), v, od, tr, st	50(58) 50(60) 75(60)	17(14) 25(40)	33(28) 50(40)	-2(-3) +1(0) -5(-7)
B4	Hästi kuu- vendatud raske lõimi- sega gleis- tunud ja gleimullad	HT HT	5(6) 6(7)	ph, ph, ph, tt, st, (st) ph, ph, ph, (ph), tt, st, st	40(50) 50(43)		60(50) 50(57)	+2,5(+1,5) +1,5(+3,0)
B5	Puudulikult kuivendatud gleistunud mullad	HT	5(6)	ph, ph, ph, st, st, (st)	40(50)		60(50)	+2,5(+1,5)

lahtudes majandi maafondi iseloomustavatest materjalidest mullaastikukaart, maakasutusüksuste kaart jt) ning tuginedes mullaastiku agrorühmade klassifikatsioonile (tabelid 18, 19) koostatakse külvikordade planeerimisele asumisel tabel, milles iseloomustatakse majandi maakasutusüksusi nende sobivuse seisukohalt erinevate külvikorratüüpide rakendamiseks ja eri kultuuride ning kultuurirühmade viljelemiseks.

Maakasutusüksuste kasutussobivus ja agrorühma kuuluvus

Maa- kasu- tüüp	Agro- Mulla- rühm erimi- siffer	Maa- kasu- tusüksu- sele sobi- vad kül- vikorra- tüübid	Maakasutusüksuse sobivus kultuuride ja kultuurirühmade kasvatamiseks							
			Tali- rukis	Tali- nisu	Suvi- nisu	Oder	Kaer	Kar- tul	jne	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Need andmed on kõige olulisem lähtematerjal haritava maa kasutamise struktuuri planeerimisel, haritava maa jaotamisel külvikordadesse, kultuuride järjestuse planeerimisel külvikordades ja külvikorraväljade eraldamisel.

4.1.3. Maafondi agronoomiline seisund ja agrotehnikat mõjutavad tegurid

Külvikorraväljade alla mineva maafondi agronoomilist seisundit iseloomustavatest ja agrotehnikat mõjutavatest teguritest on olulisemad veerežiim, põldude ja maakasutusüksuste suurus, konfiguratsioon, inklinatsioon ja ekspositsioon; reljeef; vee- või tuuleeroseiooni esinemine ja iseloom; kivisuse aste ja suurusrühm; räha või veerise kattevääratus %; muldade harimiskindlus ja haritavus; harimist takistavate suurte kivide, postide jms olemasolu.

Need andmed tuuakse välja maakasutusüksuste kaupa. Kui maakasutusüksus koosneb mitmest põllust, esitatakse andmed välja iga põllu kohta eraldi.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Suurus ha	Veerežiim ja selle reguleerimise vajadus	Konfiguratsioon	Inklinatsioon ja ekspositsioon	Reljeef	Erosiooni esinemine ja iseloom	Kivisuse aste ja suurusrühm	Räha või veerise kattevääratus %	Harimiskindlus	Haritavus	Harimistakistused (postid, kivid, puud)

See on täiendav lähtematerjal nii maakasutusüksuste loomisel külvikordadesse kui ka külvikorraväljade planeerimisel.

Veerežiimi iseloomustamisel tuleb näidata maafondi seisund mulla niiskusrežiimist lähtudes (liigniiske, parasniiske, kuiv) ja samuti märkida, mida on veerežiimi parandamiseks tarvis võtta (kuivendada, niisutada, reguleerida veerežiimi kahepoolsest).

Konfiguratsioon on maakasutusüksuse või seda moodustavate põldude kuju (ristkülik, ruut, romb, kolmnurk vms), millest oluliselt sõltuvad tootmistehnilised tingimused (masinasüsteem, agregaator, tööviljakus jms).

Inklinatsioon näitab maakasutusüksuse või põllu kallet kraadides, ekspositsioon aga kalde suunda ilmakaarte suhtes. Reljeef (tasane, künklik jt) koos inklinatsiooniga mõjutab suurel määral kultuuride valikut, agrotehnika, põllutööde tegemise aeg ning viis jne.

Kivisuse aste ja suurusrühm ning räha ja veerise katteväärus on samuti näitajad; mida tuleb arvestada külvikordade planeerimisel ja kultuuride valikul, sest nendest sõltuvad muldade tootmistehnilised tingimused.

Muldade harimiskindluse all mõistetakse eelkõige mulla struktuuri ja huumusesisalduse muutusi sõltuvalt mullaharimisest. Mida vastupidavam harimisele on mulla struktuur ja mida vähem mineraliseerub mullaharimise mõjul mulla huumus, seda harimiskindlam on muld. Suure huumusesisalduse ning kaaliumiga seotud väheliikuvate humiinhapete rohkkuse, samuti vastu pidava mullastruktuuri tõttu on paepealsed mullad kõige harimiskindlamad; neile järgnevad leostunud ja leetjad mullad. Kõige vähem vastupidavad on happelised leetunud mullad.

Haritavuse all mõistetakse mulla sobivust mullaharimisriistadega harimiseks ja mulla murenemist ning kobestumist harimisel. Kõige raskemini haritavad on räha ja paeplaatidega risustatud mullad, kõige kergemini haritavad aga saviliivmullad.

Külvikordade planeerimisel tuleb arvestada ka postide, suurte kivide, puude jm takistuste olemasolu, sest need halvendavad oluliselt haritava maa agrotehnoloogilist kvaliteeti.

3.1.3. Kultuuride järjestuse planeerimise agrobioloogilised alused

Kultuuride agrobioloogiliselt põhjendatud järjestuse planeerimisel on aluseks

- 1) kultuuride otsene ja kaudne mõju taimekasvuteguritele;

a) kultuuride mõju taimehaiguste, kahjurite ja umbrohtude levikule;

b) kultuuride allelopaatiline mõju;

c) kultuuride iseendale järgnevuse taluvus;

d) kultuuride väärtus eelviljana.

Kultuuride otsene mõju mulla toitainete- ja veerežiimile avaldub makro- ja mikroelementide ning vee erinevas tarbimises eelviljade poolt, kaudne mõju aga muutuste kaudu, mida eelviljad põhjustavad mulla füüsikalistes jt omadustes (orgaanilise aine lagunemine ja lagunemine, mulla struktuuri muutumine, mikrobioloogiliste protsesside aktiivsus jm). Näiteks põldhein suurendab külvikorras muldade huumusesisaldust, rühvelkultuurid aga intensiivse mullaharimise tõttu vähendavad seda.

Kultuuride mõju taimehaiguste, -kahjurite ja umbrohtude levikule on üsna märkimisväärne ja spetsiifiline. Tänapäeval on kultuuride mõju küll suurel määral võimalik reguleerida keemiliste vahenditega, kuid keskkonnakaitse seisukohalt on see tihti kahjulik ja sageli ka ebamajanduslik. Seepärast jääb tulevikuski viljavaheldusele ja teistele maaviljeluse klassikalistele abinõudele taimekaitsetes ja umbrohutõrjes asendamatu osa.

Allelopaatia all mõistetakse taimede vastastikust mõju füsioloogiliselt aktiivsete ainete kaudu, mis võivad olla nii juureeritised kui ka eelkultuuri jäänuste lagunemisel tekkinud ühendid. Need kas pärssivad või soodustavad järelkultuuri kasvu. Eriti ilmneb see teravilja monokultuuri korral.

Iseendale järgnevuse taluvus on eri kultuuridel üsna erinev; selle alusel jaotatakse kultuurid kolme rühma.

1. Iseendale järgnevust hästi taluvad kultuurid, mida võib kasvatada ühel ja selsamal kohal kaks või rohkem aastat järjest, ilma et saak oluliselt väheneks. Nende hulka kuuluvad mais, rukis, kõrrelised heintaimed, põlduba ja kanep ning tingimisi ka kartul.

2. Iseendale järgnevust halvasti taluvad kultuurid, mis annavad mitu aastat ühel ja selsamal kohal kasvatamisel tunduvalt vähem saaki. Nende hulka kuulub enamik meil kasvatatavaid teravilju + talinisu, suvinisu, oder, kaer, samuti kaalikas. Ideaalse viljavahelduse taotlemisel ei tohiks neid kultuure ühel ja selsamal maakasutusüksusel või külvikorraväljal kasvatada üle ühe aasta ja uuesti võiks neid külvata samale kohale pärast ühe- kuni kolmeaastast vaheaega. Et aga kultuuride arv on spetsialiseerumisest tingitult vähenenud ja ka majanduslikud kaalutlused räägivad selle vastu, ei ole enamasti võimalik niimoodi toimida, mistõttu peame paratamatult leppima saagi vähenemisega.

3. Iseendale järgnevust väga halvasti taluvad kultuurid nagu lina, hernes, söögi-, sööda-, poolsuhkru- ja suhkrupeet, päevalill, punane ristik, mesikas ja tingimisi ka lutsern. Mõned kultuurid arvavad lutserni tingimusteta sellesse rühma kuuluvaks, kuid see pole siiski õige, sest lutsern võib 3...4 aasta jooksul (vähem kauemgi) samal kasvukohal anda üsna korralikku saaki. Ideaalne viljavahelduse taotlemisel ei tohiks lina, ristikut ja päevalist samal kohal kasvatada enne 5...7-aastast ning hernest ja peeti enne 3...6-aastast vaheaega.

Kultuuride väärtus eelviljana on külvikordade koostamisel eriti oluline, sest eelviljast sõltub nii kultuuride otsene ja kaudne kui ka allelopaatiline mõju järelkultuuridele. Vastavalt sellele jaotatakse eelviljad kolme rühma.

1. **Head eelviljad** on rühvelkultuurid (kartul, juurviljad, mais, mitmeaastased heintaimed ning mustkesa kui koht külvikorras).

Rühvelkultuuride väärtus eelviljana sõltub mullaharimisest intensiivsusest nende kasvatamisel. Mullaharimine soodustab orgaanilise aine lagunemist ja taimetoitainete vabanemist. See juures lagunevad ka mulda kuhjunud taimejäänused ja kahjurikud laguproduktid. Rühvelkultuuride väärtust eelviljana suurendab orgaaniline väetis kogustes, mis on suuremad kui orgaanilise aine lagunemiskaod mullas.

Mitmeaastaste heintaimede kõrge väärtus eelviljana on tingitud esmajoones sellest, et nad jätavad kasvu ajal koristamise korral mulda lämmastikurikaste varre- ja juurejäänustena 2...3 korda rohkem orgaanilist ainet kui teraviljad, rääkimata rühvelkultuuridest. Et heintaimede all olevaid põlde kasutusaja jooksul ei harita, siis lagunevad taimejäänused aeglaselt ning muld rikastub korraliku heintaimiku (vähemalt 40 ts/ha kuiva heina all huumusega keskmiselt 2 t/ha võrra aastas).

Mustkesa kui koht külvikorras on suurepärane kesatüüp, mis oma mõjult sarnaneb rühvelkultuuriga, kuid on umbrohtude poolest palju parem.

2. **Keskmise väärtusega eelviljad** on üheaastased liblikõielised kultuurid (hernes, vikk, herne-kaerasegatis, viki-kaerasegatis, uba, üheaastased lupiinid), mis rikastavad mulda lämmastikurohke orgaanilise ainega.

3. **Väikese väärtusega eelviljad** on teraviljad, eriti suviteraviljad. Taliteraviljade väärtus eelviljana läheneb korraliku väetamise korral orgaaniliste väetistega üheaastaste liblikõieliste kultuuride väärtusele. Et mullaharimine on teraviljade kasvatamisel palju vähem intensiivne kui rühvelkultuuride kasvatamisel, siis on ka taimejäänuste ja huumuse lagunemine mullas aeglasem. Kuigi teraviljad jätavad mulda tüü- ja juurejäänustena umbes

3 korda rohkem orgaanilist ainet kui rühvelkultuurid, on see lämmastikuvaene ja aitab vähe kaasa huumuse tekkele. Teraviljade kui eelviljade halba järelmõju suurendab oluliselt nende juur- ja lehteritiste ja laguproduktide pärssiv toime järelkultuuride (eriti teraviljade endi) kasvule ja arengule. Teraviljade väärtust eelviljana suurendab intensiivne mullaharimine pärast koristamist, eriti kõrrekoorimine ja õigeaegne korralik sügiskünd.

3.1.4. Külvikordade planeerimise etapid

Külvikordade planeerimine jaguneb järgmisteks etappideks.

1. Haritava maa kasutamise struktuuri planeerimine.
 2. Haritava maa jaotamine külvikordadesse.
 3. Kultuuride järjestuse planeerimine külvikordades.
 4. Külvikorralajade eraldamine.
- Planeerida tuleb vastavalt etappide järjestusele.

3.1.4.1. Haritava maa kasutamise struktuuri planeerimine

Lähteandmete (mullastiku- ja kliimatingimused, loomakasvatuse vajadused, plaaniline kaubatoodang jne) alusel määratakse kõigepealt kindlaks, kui palju tuleb (on võimalik) teravilja kasvatada põllukülvikordades (lähtudes mullastiku agrorühmadest) ning kui palju sööda- ja eriotstarbelistes külvikordades. Planeeritud teraviljapinnale lisatakse planeeritud kartuli, lina, köögivilja ja kaubatoodangulise heinaseemne külvipind. Ülejäänud haritav maa jääb söödakultuuride (heintaimed, silokultuurid, juurvili) kasvatamiseks.

Mullastiku agrorühmadest (tabelid 18, 19), perspektiivselt planeeritud saakidest, loomakasvatuse söödavajadusest ning kaubatoodangu ülesandeist lähtudes planeeritakse teravilja, kartuli, lina, heina, rohusööda, silokultuuride ja juurvilja kasvupinnad ning arvutatakse orienteeriv kogutoodang.

3.1.4.2. Haritava maa jaotamine külvikordadesse

Haritava maa jaotamisel külvikordadesse võetakse aluseks eelnevatel etappidel määratud kultuuride kasvupinnad ja mullastiku agrorühmade sobivus põllu-, sööda- ja eriotstarbeliste külvikordade rakendamiseks (tabel 19).

Külvikorrad eraldatakse maakasutusplaani valguskoopiaal. Esimene piiritletakse maakasutusplaanil õue-aiamaad ja rohumaad, mis on või antakse tulevikus isiklikuks kasutamiseks. Majandi

kasutada jääval maafondil piiritletakse kõigepealt karjamaakülvikorrad (K), loomade laudaspidamisel rohukülvikorrad (Ro), mis peavad rahuldama loomade suvise söödatarbe (koos kindlustusfondiga 10...15%). Piiritlemisel arvestatakse farmide asukoha olemasolevate ja rajatavate karjamaade saagikust ja ühenduste olemasolu. Määratakse kindlaks ka vahekultuuride (peamiselt teravilja) osatähtsus, sest sellest oleneb külvikorra pindala. Kui näiteks karjamaa kasutuskestus on 6 aastat ja vahekultuurina kasvatatakse üks aasta teravilja, tuleb külvikorra pindala suurendada 1/7 võrra. Karjamaakülvikorra suurus on määratav valemiga

$$S = 1,15 \cdot \frac{N \cdot V}{K} \cdot \frac{a}{a-v}, \text{ kus}$$

N — lehmade arv farmis;

V — karjamasööda vajadus ühe lehma kohta sü;

K — karjamaa saagikus sü/ha;

a — karjamaakülvikorra rotatsiooni kestus aastates;

v — vahekultuuride kasvatamise kestus aastates.

Seejärel eraldatakse niidu- e. heinakülvikorrad (H), siis eriotstarbelised külvikorrad (E) ja need maad, mis tuleb piiratud kasutussobivuse tõttu külvikordadest välja jätta (neil rakendatakse viljavaheldust).

Ülejäänud, valdaval osal maafondist piiritletakse põllukülvikorrad, mis tavaliselt annavad suurema osa taimekasvatustoodangust.

Lähtudes kultuuride nõuetest mullastikule ja teistest eespool toodud seisukohtadest, võib haritava maa jaotamisel külvikordadesse pidada põhjendatuks järgmist.

1. Niidu- e. heinakülvikordade planeerimist maakasutusüksustele, mis paiknevad turvastunud ja turvasmuldadel, puudulikult kuivendatud gleimuldadel ja üle 8° kaldega erosioonist mõjutatud muldadel, vaatamata nende maade asukohale.

Karjamaa- ja rohukülvikordade planeerimist esmajoones maakasutusüksustele, mis on puudulikult kuivendatud gleimuldadel, üle 8° kaldega erosioonist mõjutatud muldadel ja erandkorras ka hästi kuivendatud turvastunud muldadel.

2. Põllukülvikordade planeerimist maakasutusüksustele, mis paiknevad põuakartlikel liivmuldadel, vaatamata nende asukohale.

3. Peamiselt niidu-, karjamaa- ja rohukülvikordade, kuid vajaduse korral ka põldheina-teravilja (HT) külvikorra projekteerimist maakasutusüksustele, mis paiknevad erosioonist mõjutatud

muldadel (3...8° kallakutel), rasketel gleistunud ja gleimuldadel ning rahuldavalt kuivendatud gleistunud ja gleimuldadel.

4. Peamiselt põllukülvikordade, kuid vajaduse korral ka sirp- ja niidukülvikordade karjamaakülvikordade või keraheinarohkete rohu- ja niidukülvikordade planeerimist maakasutusüksustele, mis paiknevad rähksetel keskmise löimisega muldadel.

5. Põllukülvikordade, samuti karjamaa-, rohu- ja niidukülvikordade planeerimist universaalse sobivusega maakasutusüksustele, mis paiknevad keskmise löimisega leostunud, leetjatel ja leetunud muldadel ning kerge ja keskmise löimisega korralikult kuivendatud gleistunud ja gleimuldadel.

4.1.4.3. Kultuuride järjestuse planeerimine külvikordades

See on üks vastutusrikkamaid etappe külvikordade planeerimisel, kus tuleb lähtuda mullastiku agrorühmade sobivusest kultuuride ja nende rühmade kasvatamiseks (tabel 20), kultuuride järjestamise agrobioloogilistest nõuetest ja külvipinna struktuurist, mis peab tagama loomakasvatuse ning kaubatoodangu perspektiivse vajaduse rahuldamise.

Arvestades üha süvenevat spetsialiseerumist, võib intensiivses maaviljeluses kultuuride järjestamisel külvikordades pidada lubatavaks kaht printsiipi:

1) **viljavahelduse printsiip** kui peamine ja agrobioloogiliselt põhjendatuim, mille järgi bioloogiliselt erinevatesse rühmadesse kuuluvaid kultuure võib kasvatada ühel ja selsamal külvikorral väljal üks või kaks aastat järjest ning vahetada need siis teise kultuuri või kultuuride rühmaga;

2) **lühiajalise viljavaheldusetuse printsiip**, mis lubab kultuurkarjamaa-, rohu- ja heinakülvikorral väljal uuendada kamarat ja kasvatada vahekultuure alles siis, kui nende saagivõime hakkab langema; teravilja kasvatamist parematel muldadel kolm, maksimaalselt neli aastat järjest liigilise vaheldusega; põldheina kasvatamist parematel muldadel kolm, maksimaalselt neli aastat järjest.

Kõige keerulisem on kultuuride järjestuse planeerimine põllukülvikordades, kus teraviljade suure osakaalu tõttu on neile raske leida sobivaid eelvilju. Keeruline on see ka eriotstarbelistes köögiviljakülvikordades.

Põllukülvikordade moodustamise aluseks on tavaliselt 3...4 kultuurist koosnevad külvikorralülid, millest igaühes on esimeseks kultuuriks hea eelvilja (rühvelkultuurid, põldhein, üheaasta

sed liblikõielised, mustkesa ja tingimisi ka taliteravili), millele järgnevad suviteraviljad. Enam levinud lülid on rühvelkultuuriteravili (rü—t), põldhein—teravili (ph—t), taliteravili—suviteravili (tt—st).

Tabelis 20 on esitatud näiteid kultuuride järjestusest mitmeaerialiigilistes põllukülvikordades mullastiku agrorühmade kaupa. Kõige suuremad võimalused külvikordade varieerimiseks on leostunud, leetjatel ja leetunud keskmise lõimisega muldadel, märksa piiratumad glei- ja gleistunud muldadel (eriti rasketel) ja kõige piiratumad põuakartlikel liivmuldadel ning erodeeritud muldadel. Sellele vastavalt varieerub ka sobivate külvikordade pikkus (4 ... 12 välja).

Majandites, kus kartulit ei saa kõigil põldudel kasvatada, tuleb planeerida eraldi kartulikülvikorrad, mis kuuluvad tavaliselt TR-liiki põllukülvikordade hulka.

3.1.4.4. Külvikorraväljade eraldamine

Külvikorrad jaotatakse väljadeks sõltuvalt külvikorra tüübist (la liigist), haritava maa omadustest, maakasutusüksuste või põldude suurusest ja kujust kolmel viisil: 1) külvikorraväljad moodustatakse suure massiivi jaotamise teel; 2) väljaks eraldatakse kogu maakasutusüksus või põld (siis peab nende pindala vastama planeeritud välja piirsuurustele); 3) väli moodustatakse eraldi paiknevate maakasutusüksuste või põldude rühmitamise teel.

Meie vabariigis on enam levinud kaks viimast viisi.

Maa ja mullastiku omaduste alusel ühendatakse maakasutusüksusi või põlde väljadeks kahel põhimõttel: viiakse võimalikult minimaalseks kas väljadevahelised või väljasisesed erinevused. Stabiilsete, klassikalistele lähedaste põllukülvikordade ja eriotarbeliste külvikordade planeerimisel sobib esimene põhimõte, mille järgi püütakse vähendada väljadevahelisi erinevusi. Teine põhimõte on rakendatav karjamaa, rohu- ja nende põllukülvikordade korral, kus on tegemist vaid kultuuride ajalise vaheldumisega (ebastabiilsed ja üksikpõllu e. maakasutusüksuse külvikorrad).

Eraldatud külvikorraväljad peavad olema enam-vähem pindvõrdsed; kui külvikorraväljade suuruse erinevuse on üle 10 % välja keskmisest suurusest, kõigub kultuuride külvipind eri aastatel ebasoovitavalt palju.

Kujult peaksid väljad olema võimalikult lähedased ristküliku- le, sest siis on tingimused masinatega töötamiseks kõige soodsamad.

Mullastikku tuleb arvestada juba külvikordade tüübi ja asukohta määramisel. Mulla boniteedi oluliste erinevuste korral on otstarbekam moodustada madalam ja kõrgema mullaviljakusega aladel eraldi külvikord.

Tingimata tuleb kõigi põllu- ja köögiviljakordade planeerimisel silmas pidada seda, et mulla viljakus paraneks, vähemalt pisiks endisel tasemel. Selleks on tarvis igale külvikorraale koostada huumusbilanss järgmiste normatiivsete huumusvaru muutuste alusel:

1) **huumusvaru väheneb** aastas hektari künnikihis rühvelkultuuride põldudel 2 tonni, teravilja-, lina- ja rapsipõldudel 1 tonn, üheaastaste kõrreliste heintaimede põldudel 0,7;

2) **huumusvaru suureneb** aastas hektari künnikihis lutserni-, riistiku-, mesika- ja lupiinipõldudel 2 tonni, kõrreliste ja mitmeaastaste liblikõieliste heintaimede põldudel 1,5 tonni, mitmeaastaste kõrreliste heintaimede põldudel 1 tonn, kaunviljapõldudel 0,7 tonni.

Kui huumusbilanss pole tasakaalus, tuleb puuduv osa tingimata katta orgaaniliste väetistega. Neid antakse esmajoones rühvelkultuuridele ja taliteraviljadele. Huumuse taastamisest ülejääv orgaaniline väetis jaotatakse kõikide põllu- ja köögiviljakülvikordade vahel, kusjuures teistest 1,5 korda suuremad orgaanilise väetise kogused tuleb planeerida liivmuldadele, raske lõimisega ning erodeeritud muldadele, samuti muldadele, mis ei ole saanud orgaanilist väetist üle 5 aasta.

Tabelites 21 ja 22 on esitatud V. Valleri andmed selle kohta, kui palju on vaja orienteerivalt anda üht või teist orgaanilist väetist, et mullas taastada üks tonn huumust.

Tabel 21

Sõnniku ja läga võime taastada mulla huumust

Muldaviidud sõnniku ja läga orgaanilise kuivaine sisaldus %	Ühe tonni huumuse taastamiseks vajalik sõnniku- ja lägakogus
20	15
18	20
15	25
13	35
10	45
8	70
5	100
3	180
1,5	270

Haljasväetiste, põhu ja väetusturba võime taastada mulla huumust

Tabel 22

Väetis	1 tonni huumuse taastamiseks vajalik väetisekogus t
Haljasväetis (mesika, lupiini haljasmass jmt)	45
Põhk (õhukuiv)	5
Hästi lagunenenud madalsooturvas:	
orgaanilist kuivainet 50 %	4
25 %	8

Plaan külvikordade kohta koostatakse maakasutusplaani valguskooptial, mis värvitakse järgmiselt:

- 1) põllukülvikorrad kollaseks ja väljad piiratakse punase joonega;
- 2) karjamaa- ja rohukülvikorrad siniseks ja väljad piiratakse sinise joonega;
- 3) niidu- ehk heinakülvikorrad roheliseks ja väljad piiratakse sinise joonega;
- 4) eriotstarbelised külvikorrad pruuniks ja piiratakse musta joonega.

Väljadele ja nende osadele kirjutatakse sama värviga, millega on tõmmatud värviline joon, välja number ja pindala. Kui väljal koosneb mitmest maakasutusüksusest või põllust, märgitakse suurimale massiivile peale maatüki andmete ka kogu välja andmed. Viimasel juhul kirjutatakse välja numbri juurde indeksid.

Külvikorra plaanile kantakse pealkiri, leppemärgid, koostajate ja vormistajate nimed jms. Plaanile kirjutavad alla majandi juhataja ja peaaagronoom ning selle kinnitab riikliku agrotööstuskomitee taimekasvatusosakonna juhataja. Plaan koostatakse kolmes eksemplaris, millest kaks jääb majandile.

3.1.5. Külvikordade üleminek ja nende rakendamine

Järgmiseks etapiks pärast külvikordade planeerimist on üleminek külvikordadele. Külvikordadele on üle mindud siis, kui iga kultuur või kultuurirühm on temale ettenähtud väljal. Selleks kuulub maa varasemast kasutamisest olenevalt 1...3 aastat.

Viimane etapp on külvikordade rakendamine. Külvikord on rakendatud siis, kui kõik ühe- ja kaheaastased kultuurid on ettenähtud eelviljade järel, milleks kulub veel 1...3 aastat. Karjamaa- ja niidukülvikorrad võib arvata rakendatuks siis, kui on likvideeritud kõik umbrohtunud ja söödistunud rohumaad ning rohukamaraid uuendatakse vajalikus korras.

Kõige komplitseeritum on põllu- ja köögiviljakülvikordadele üleminek. See töö on seda keerulisem, mida rohkem ja väiksemad on maakasutusüksused ning mida rohkem kasvatatakse neil erinevaid kultuure.

Külvikorra ülemineku plaan koostatakse tabeli kujul, kusjuures lähteandmeteks on tegelik kultuuride paigutus enne külvikorra üleminekut ja kultuuride järjestus, mida taotletakse 1...3 aasta jooksul. Külvikorra ülemineku ajal peab olema tagatud 1) loomakasvatusele vajalik söötade tootmine, 2) planeeritud kaubatoodangu andmine ja 3) kinnipidamine elementaarsest viljavahelduse nõuetest.

Külvikorra ülemineku plaan

Välja signaal nr	Välja pind- ala ha	Kultuurid ja pindala külvi- korrale üle- mineku algul 19 ... a.	Kultuurid külvi- vikorralväljadel kylvikorrale üle- mineku aastatel 19 ... 19 ... 19 ...	Kultuurid kül- vikorralväljadel kylvikorrale ülemineku lõpul 19 ... a.	Välja uus nr		
1	2	3	4	5	6	7	8

Kultuuride paigutuslikust ja ajalisest vaheldusest külvikorras annab ülevaate külvikorra **rotatsioonitabel**, mis on aluseks ka agrotehnika (mullaharimine, väetamine, taimekaitse), samuti agromellioratiivsete võtete, väljamellioratsiooni ja töökorralduslike abinõude perspektiivsel planeerimisel ja rakendamisel.

Külvikorra rotatsioonitabel

Külvi-	Kultuurid külvikorral väljal rotatsiooni kestel									
korra-	19...	19...	19...	19...	19...	19...	19...	19...	19...	jne
välja nr										

Orienteeriva ülevaate saamiseks külvikorras kasvatatavate kultuuride kogutoodangust ja seeduva proteiini tootangust on otstarbekohane koostada perspektiivsete plaaniliste saakide alusel külvikorra kogutoodangu arvestustabel rotatsiooni viimase aasta kohta järgmise vormi kohaselt.

Lahtrite 2, 8 ja 10 andmed summeeritakse ning arvutatakse 1) külvikorra keskmine saak (sü/ha) $S_2:S_1$ ja 2) seeduva proteiini sisaldus ühes söötühikus (g) külvikorra keskmisena $S_3:S_2$. Esitatud vormi kohane arvestus tehakse põllu- ja söödakülvikordade kohta. Eriotstarbeliste külvikordade kogutoodangu määramisel võib piirduda esimese kuue lahtriga.

Kül- vi- kor- ra- välja nr	Välja- pind- ala ha	Kul- tuu- rid ja pind- ala ha	Põhi- ja kõr- val- too- dang ts/ha	Plane- ritud põhi ja kõrval- toodang ts/ha	Kogu- too- dang ts	Ühte sõot- kusse läheb sõota kg	Kogu- too- dang ts-sü	1 süsi sisaldab seedu- vat pro- teiini g	Seedu- vat pro- teiini kokku ts	Ma- kuu
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.										
2.										
jne										
x	S ₁	x	x	x	x	x	S ₂	x	S ₃	

4. Põllukultuuride paigutuse aasta- plaani koostamine ebastabiilsetele e. dü- naamilistele ja üksikpõllukülvikordade- le.

Et meie vabariigi mullastik ja muud tingimused (maaparandu-
se ja väljamelioratsiooni tase jm) ei võimalda kõikjal praegu ja
osal maafondil ka tulevikus rakendada stabiilseid e. klassikalisi
põllukülvikordi, tuleb neil aladel paiknevates majandites, osa-
kondades ja brigaadides paratamatult piirduda ebastabiilsete e.
dünaamiliste või üksikpõllukülvikordadega.

Nende külvikordade peamine ülesanne on tagada vaid kultu-
ride agrobioloogiliselt põhjendatud vaheldumine külvikorraväl-
jadel, maakasutusüksustel või põldudel, kusjuures kultuuride
perspektiivne ja plaanipärane paigutuslik vaheldus siin puudub.
Põllukultuuride paigutust külvikorraväljadel, maakasutusüksus-
tel või põldudel täpsustatakse igal aastal. Arvesse võttes majandi
suurust, maakasutusüksuste ja põldude rohkust ning maafondi
omadusi, nõuab põllukultuuride paigutuse plaani koostamine kä-
sitsi palju aega. Seepärast tuleb pidada otstarbekaks võtta põllu-
kultuuride paigutuse plaanide koostamisel abiks raal. Seejuures
tuleb rangelt jälgida, et kasutatav programm võimaldaks kinni
pidada kultuuride agrobioloogiliselt põhjendatud järgnevuse
nõuetest. Muidu jõutakse paratamatult tagasi osa pindade eka-
tensiivsele kasutamisele ja monokultuurini, mis vastupidiselt

maaviljelussüsteemi põhiülesandele suurendaks muldade vilja-
tuse heterogeensust.

Allpool esitatava aastaplaanide raaliga koostamise mudeli põ-
hautor on RPI «Eesti Põllumajandusprojekt» peaagronoom V.
Valler. Uurimistulemustest ja muust asjakohasest informatsioo-
nisi lähtudes on koostatud **mõõteskaalad** (tabelid 23 ja 24) erine-
vate põllukultuuride või nende rühmade paigutuse põhjendami-
seks olenevalt muldade ja eelviljade sobivusest. Mõõteskaala
ühikuks on boniteet (0...10 hindepunkti), mis väljendab nende
kultuuride saaki võrdsel väetamisel nii parima eelvilja kui ka
suhteliselt halbade eelviljade korral (tabel 24).

Eelvilja mõju tuleb arvestada peamiselt teraviljade ja lina pai-
gutamisel, sest rühvelkultuurid, mitmeaastased heintaimed,
mesikas, lupiin ja üheaastased liblikõielised ei reageeri eelvilja-
dele samamoodi kui teraviljad. Sellest tingituna tuleb loetletud
kultuurid paigutada pärast teravilja ning vältida ühe rühvelkul-
tuuri järgnemist teistele rühvelkultuuridele, mitmeaastastele
heintaimedele, mesikale, lupiinile ja üheaastastele liblikõielistele.
Erandina võib kartulit kaks aastat järjest kasvatada kartulile
sobivate pindade vähesuse korral, nn kartulikülvikordades. Mit-
meaastaste heintaimede ja mesika sobivaim eelvili (kattevil) on
varajane oder, linal põldheinajärgne teravili.

Põllukülvikorra maakasutusüksuste kohta vajab raal järgmisi
tähteandmeid:

1) mullastiku agrorühm ja selle sobivus mehhaniseeritud kar-
tulikasvatuseks. Andmed saadakse haritavate maade inventeeri-
mise materjalidest, nende puudumisel aga määratakse mullasti-
kukaardi ja maakasutusplaani alusel sellealasest teabest lähtu-
des (tabelid 18, 19, 20);

2) eelvili, kusjuures näidatakse mitmendat aastat teravilja või
teisi kultuure kasvatatakse järjest samal külvikorraväljal, maa-
kasutusüksusel või põllul.

Enne kui materjal antakse üle raalile, eraldatakse maakas-
tusplaani järgmised maakasutusüksused, põllud või põlluosad:

- 1) individuaalkasutuses olevad;
- 2) need, kus tehakse maaparandust, väljamelioratsiooni ja mis
on puhaskesa (mustkesa) all;
- 3) põldheina-, mesika-, galeega- jt põllud, mida ei viida plaaniaas-
tal üheaastaste kultuuride alla;
- 4) taliteraviljapõllud, mis koristatakse plaaniaastal;
- 5) põldheina-, mesika jt kultuuride allakülviga teraviljapõllud
(soovitav varajase odra põllud).

Ülejäänud põllumaade kohta antakse raalile ülesanne paigu-
lada teised ühe- ja üheaastased kultuurid (vastavalt ettenähtud

Mullastiku agrorühmade boniteet eri põllukultuuride kasvatamise seisukohalt

Mullas- tiku agro- rühma siffer	Agrorühma kuuluvate muldade iseloomustus	2	Boniteet hindepunktides (0 ... 10)										
			Oder ja raps	Kaer	Rukis	Nisu	Lina	Kartul	Sõõ- da- dajuur vili	Mesi- hein	Sega- kas- tis	Lu- piin	
1			3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
A1	Parasniisked ja nõrgalt liigniisked keskmise lõimisega	rähksed mullad	9	8	9	8	4	8	9	7	10	7	x
A21		leetunud mullad	9	9	10	9	10	10	9	9	9	9	8
A22		leostu- nud ja leetjad mullad	10	10	9	10	9	9	10	9	10	9	8
A41	Hästi kuivendatud keskmise lõimisega	gleistunud rähksed, leos- tunud ja leet- jad mullad	9	10	9	10	7/4 ^x	8	9	9	10	10	(7)
A42		gleistunud leetunud mullad	8	10	9	9	9	9	8	9	8	10	7
A43		gleimullad	9	10	8	10	7/4 ^x	8	8	10	8	10	x
B11	Põuakartlikud happe- lised liivmullad	tasastel aladel	6	5	7	4	3	7	3	5	3	5	10
B12		gleistunud rähksed ja leetjad mullad	8	8	8	7	7/4 ^x	8	6	8	7	9	(7)
B32		gleistunud leetunud mullad	7	9	9	6	7	9	5	8	6	10	8
B33		gleimullad	7	8	8	6	7/4 ^x	8	6	9	7	9	7
B41	Hästi kuivendatud raske lõimisega	gleistunud mullad	8	9	6	10	5	6	7	10	6	10	+
B42		gleimullad	7	8	6	9	5	5	7	10	5	9	+
B51	Kuivendamata gleistunud ja rahuldavalt kuivendatud gleimullad keskmise ja ras- ke lõimisega	rähksed, leostunud ja leetjad mullad	7	8	5	6	3	5	6	8	5	8	+
B52		leetunud mullad	7	8	5	6	3	6	5	8	4	8	+
B53	Kuivendamata gleistunud ja rahuldavalt kuivendatud gleimullad kerge lõimisega	rähksed, leostunud ja leetjad mullad	6	7	6	4	3	6	4	8	4	8	(8)
B54		leetunud mullad	6	7	6	3	3	6	3	7	3	7	8
C1	Tugevasti põuakartlikud	keskmise lõimisega mullad	6	5	6	5	3	4	3	4	7	4	+
C2		kerge lõimisega mullad	5	4	6	4	3	4	3	4	7	4	7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
C3	Põuakartlikud	leostunud liivmullad	6	5	7	4	3	6	4	5	6	5	8
C4		keskmiselt erodeeritud mullad	6	6	7	6	4	5	5	7	7	7	+
C5	Tugevasti põuakartlikud väga erodeeritud mullad		5	5	6	5	3	4	3	6	6	6	+
C6	Hästi kuivendatud turvastunud ja turvas- mullad	hästi lagune- nud turbaga	6	7	6	4	4	4	7	10	5	10	+
C7		keskmiselt ja halvasti lagunenud turbaga	6	7	6	4	4	4	5	9	5	9	+
C8	Halvasti kuivendatud	turvastunud ja turvasmullad	4	5	3	3	3	3	3	6	4	6	+
C91		keskmise ja raske lõimise- ga gleimullad	4	5	3	3	3	3	3	6	4	6	+
C92		kerge lõimise- ga gleimullad	4	6	4	3	3	4	4	3	7	4	7

Märkus 7/4⁷ 7 – rähavabade muldade boniteet

4 – rähavabade muldade boniteet

– kultuur ei ole kasvatatud või ei ole selle maa-ala kasvatatud

– kultuur ei ole kasvatatud

Mullas- tiku agro- rühma šiffer	Teraviljalik																
	Oder				Kaer				Rukis				Nisu				
	1 ^x	2 ^x	3 ^x	4 ^x	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Boniteet hindepunktides (0 ... 10)																	
A1	9	8,4	8	7,4	8	7,8	7,6	7,4	9	8,8	8	7,4	8	5,8	5,2	4,6	
A21	9	8,4	8	7,4	9	8,8	8,6	8,4	10	9,3	8,8	8,2	9	6,6	5,9	5,1	
A22	10	9,3	8,8	8,2	10	9,8	9,5	9,3	9	8,4	8	7,4	10	7,3	6,5	5,7	
A41	9	8,4	8	7,4	10	9,8	9,5	9,3	9	8,4	8	7,4	10	7,3	6,5	5,7	
A42	8	7,4	7,1	6,6	10	9,8	9,5	9,3	9	8,4	8	7,4	9	6,6	5,9	5,1	
A43	9	8,4	8	7,4	10	9,8	9,5	9,3	8	7,4	7	6,6	10	7,3	6,5	5,7	
B11	6	5,6	5,3	4,9	5	4,9	4,8	4,7	7	6,5	6,2	5,7	4	2,9	2,6	2,3	
B12	6	5,6	5,3	4,9	5	4,9	4,8	4,7	7	6,5	6,2	5,7	4	2,9	2,6	2,3	
B2	7	6,5	6,2	5,7	7	6,9	6,7	6,5	8	7,4	7	6,6	7	5,1	4,6	4,0	
B31	8	7,4	7,1	6,6	8	7,8	7,6	7,4	8	7,4	7	6,6	7	5,1	4,6	4,0	
B32	7	6,5	6,2	5,7	9	8,8	8,6	8,4	9	8,4	8	7,4	6	4,4	3,9	3,4	
B33	7	6,5	6,2	5,7	8	7,8	7,6	7,4	8	7,4	7	6,6	6	4,4	3,9	3,4	
B41	8	7,4	7,1	6,6	9	8,8	8,6	8,4	6	5,6	5,3	4,9	10	7,3	6,5	5,7	
B42	7	6,5	6,2	5,7	8	7,8	7,6	7,4	6	5,6	5,3	4,9	9	6,6	5,9	5,1	
B51	7	6,5	6,2	5,7	8	7,8	7,6	7,4	5	4,7	4,4	4,1	6	4,4	3,9	3,4	
B52	7	6,5	6,2	5,7	8	7,8	7,6	7,4	5	4,7	4,4	4,1	6	4,4	3,9	3,4	
B53	6	5,6	5,3	4,9	7	6,9	6,7	6,5	6	5,6	5,3	4,9	4	2,9	2,6	2,3	
B54	6	5,6	5,3	4,9	7	6,9	6,7	6,5	6	5,6	5,3	4,9	3	2,2	2,0	1,7	
C1	6	5,6	5,3	4,9	5	4,9	4,8	4,7	6	5,6	5,3	4,9	5	3,7	3,3	2,9	
C2	5	4,7	4,4	4,1	4	3,9	3,8	3,7	6	5,6	5,3	4,9	4	2,9	2,6	2,3	
C3	6	5,6	5,3	4,9	5	4,9	4,8	4,7	7	6,5	6,2	5,7	4	2,9	2,6	2,3	

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
C4		6	5,6	5,3	4,9	6	5,9	5,7	5,8	7	6,5	6,2	5,7	6	4,4	3,9	3,4
C5		5	4,7	4,4	4,1	5	4,9	4,8	4,7	6	5,6	5,3	4,9	5	3,7	3,3	2,9
C6		6	5,6	5,3	4,9	7	6,9	6,7	6,5	6	5,6	5,3	4,9	4	2,9	2,6	2,3
C7		6	5,6	5,3	4,9	7	6,9	6,7	6,5	6	5,6	5,3	4,9	4	2,9	2,6	2,3
C8		4	3,7	3,5	3,3	5	4,9	4,8	4,7	3	2,8	2,6	2,5	3	2,2	2,0	1,7
C91		4	3,7	3,5	3,3	5	4,9	4,8	4,7	3	2,8	2,6	2,5	3	2,2	2,0	1,7
C92		4	3,7	3,5	3,3	6	5,9	5,7	5,6	4	3,7	3,5	3,3	3	2,2	2,0	1,7

* Teravilja kasvatatakse pärast heintaimi, rühvelkultuure ja puhaskesa

1 – vahetult,

2 – teisel aastal,

3 – kolmandal aastal,

4 – neljandal aastal.

vilvipindadele), järgides agrobioloogiliselt põhjendatud viljavahelduse nõudeid, neile külvikordadele, maakasutusüksustele või poldudele, kus nad eeldatavasti annavad suurimat saaki.

Tulemused sõltuvad oluliselt matemaatilisest meetodist, mida mudeli lahendamiseks rakendatakse. Sobivaimate meetodite väliseelgitamiseks tehakse uurimistöid ja määramisi «Eesti Põllumajandusprojektis» koostöös Eesti Maaviljeluse ja Maaparanduse Teadusliku Uurimise Instituudi ökonoomikaosakonnaga ning Eesti Põllumajanduse Akadeemia maakorralduse kateedris.

XI. MAAVILJELUSLIKE TÖÖDE KVALITEET JA SELLE HINDAMINE

1. Kvaliteedi hindamise tähtsus, mõiste ja ülesanded

Töö ja toodangu kvaliteet ning sellega seotud probleemid on kaasaolevaks ajaks muutunud otsustavaimateks teguriteks, mis määravad meie rahvamajanduse arengutaseme.

Kvaliteedi hindamine on muutunud omaette teadusharuks, mida nimetatakse **kvalimeetriaks** ja mis hõlmab kõik kvaliteedi määramise ja mõõtmisega seotud probleemid.

Kvalimeetria kui teaduse põhiülesanded maaviljeluses on järgmised:

meetodite väljatöötamine kvaliteedinäitajate põhjendatud valikuks, et tagada tööoperatsioonide võimalikult objektiivne hindamine;

meetodite väljatöötamine tööoperatsioonide kvaliteedinäitajate optimaalsete tasandite määramiseks ja nende tegelik määramine;

meetodite väljatöötamine tööoperatsioonide kvaliteedinäitajate arvuliste hindekskaalade leidmiseks ja nende tegelik määramine;

meetodite väljatöötamine kvaliteedi hindamise lähteandmete objektiivseks kogumiseks ja läbitöötamiseks;

kvaliteedi hindamise ühtsete põhimõtete ja meetodite väljatöötamine ja klassifitseerimine.

Kvalimeetriga seotud teoreetilised, meetodilised ja praktilised probleemid on väga keerulised. Eriti keeruline on maaviljeluslike tööde kvaliteedi hindamine, sest võrreldes enamiku tootmisaharudega on sellel mitmeid iseärasusi:

1) peamised tööobjektid — muld ja kultuurid — on ühtlasi ka põhilised tootmisvahendid, mida iseloomustab suur heterogeensus ja muutlikkus;

2) ühe tööprotsessi objektiivseks hindamiseks tuleb arvesse võtta paljusid kvaliteedinäitajaid (näiteks künni korral künni sügavus, viilu pööramine, algus- ja lõpuvao künd, tasasus jt);

3) kvaliteeti ei hinnata ruumis, vaid põllul, mis raskendab kontrollmõõteriistade kasutamist;

4) kontrollitavad objektid on mahukad ja heterogeensed, mistõttu objektiivse hinnangu andmiseks tuleb teha palju mõõtmisi määramisi.

Eeltoodust tingituna on majanditele sobivate ühelt poolt üsna külgset hinnangut võimaldavate, teiselt poolt aga lihtsate kvaliteedi hindamise aluste väljatöötamine ja kvaliteedi tegelik hindamine väga keeruline ülesanne. Seepärast pole ka käesolevas raamatus maaviljeluslike tööde hindamiseks väljatöötatud meetodi ka kaugeltki täiuslik ega lõplik.

Teaduslikus uurimistöös on hindamise objektiivsus eriti vajalik, mistõttu selles töös kasutatavad meetodid on majanditele soovitatavatest enamasti täpsemad ja töömahukamad. Teistsugune on hindamismetoodika ka kutsealavõistlustel.

Sellest tingituna käsitletakse alljärgnevas eraldi tootmises ja teaduslikus uurimistöös rakendatavaid hindamismeetodeid.

2. Kvaliteedi hindamine tootmises

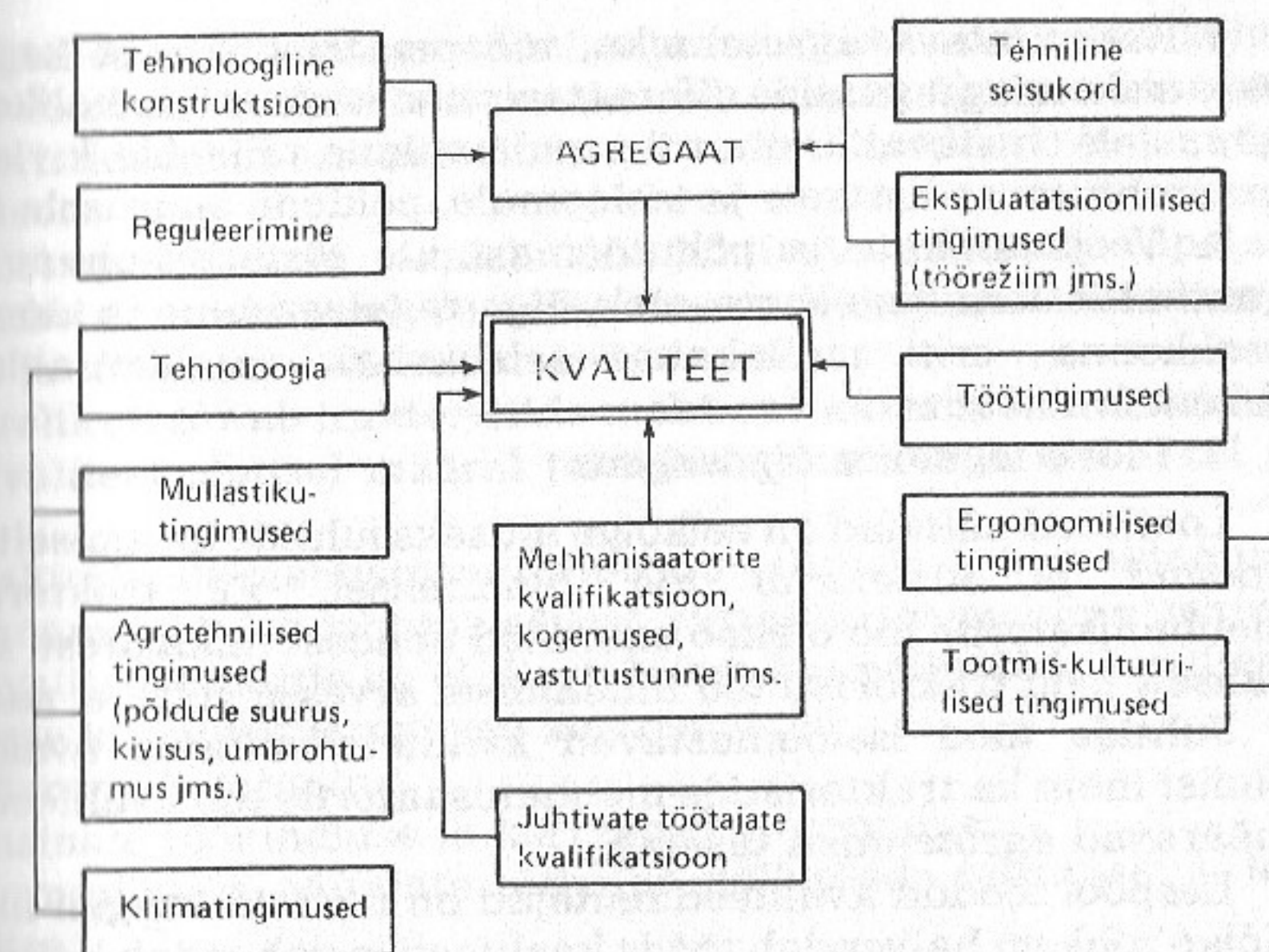
2.1. Kvaliteeti mõjutavad tegurid ja hindamise põhialused

Maaviljeluslike mehaniseeritud tööde kvaliteet sõltub paljudest teguritest (joonis 59), mis võib jaotada kuude rühma:

1) **looduslik-tootmislikud**: kliima, mullastik (eriti selle füüsikalise-mehaanilised omadused), põldude kivisus, rüha või veerise katteväärtus, reljeef, inklinatsioon, põldude suurus ja kuju, põldude liigestus mehaniseeritud tööd segavate takistustega (postid, lahtised kraavid, kiviunnikud jm), umbrohtumussüsteemid ja iseloom jt;

2) **tehnoloogilised**: kultuuride viljelemise tehnoloogia (mullaharimis-, väetamis-, külvi-, hooldus- ja koristusvõtted, nende järjestus ja kestus);

3) **agregaadi tehnilised omadused ja seisukord**: tehnoloogiline konstruktsioon, tehniline seisukord, reguleerimine, töökindlus jt.



Joonis 59. Maaviljeluslike mehaniseeritud tööde kvaliteeti mõjutavad tegurid

4) **ekspluatatsioonilised**: agregaadi töölaius, stabiilsus, liikumiskiirus ja sirgjoonelisus, töörežiim;

5) **ergonoomilised**: veomasina ja agregaadi vastavus traktoristi-mehhanisaatori füsioloogilistele, hügieenilistele ja psühholoogilistele nõuetele;

6) **traktoristide-mehhanisaatorite ja teiste põllumajandustöötajate tööst sõltuvad tegurid**: traktoristide-mehhanisaatorite kvalifikatsioon, meisterlikkus, kogemused, püüdlikkus ja kohusetunne, juhtivate töötajate kvalifikatsioon.

Traktoristide-mehhanisaatorite tööd mõjutab väga olulisel määral töö- ja tootmisstruktuur, mis praegu veel on sellisel tasemel, et avaldab sageli halba mõju nii tööviljakusele kui ka töö kvaliteedile ja põhjustab isegi kutsehaigusi.

Maaviljeluslike mehaniseeritud tööde hindamise kriteeriumid — kvaliteedinäitajad — võib üldjoontes jaotada kahte rühma:

1) juhtide tööst sõltuvad ja seetõttu peamiselt vaid nende töö hindamisel rakendatavad kvaliteedinäitajad;

2) otseselt traktoristi-mehhanisaatori tööst sõltuvad ja nende töö hindamisel rakendatavad kvaliteedinäitajad.

Olulisemad juhtide tööd iseloomustavad kvaliteedinäitajad on järgmised.

1. Rakendatava agrotehnika, tööoperatsioonide ja kasutatavate traktoriagregaatide diferentseeritus vastavalt kohalikele tingimustele (vastavalt kultuurile, mullastikule, reljeefile, kivisusele, umbrohtumuse astmele ja iseloomule, põldude suurusele jne).

2. Veojõuallikate ja põllutöomasinade otstarbekohane agregaatimine, tehniline korrasolek, õige reguleerimine ja töörežiim keskkonna-, eriti mullakaitse seisukohalt vajalike abinõude rakendamine jms.

3. Tööde tegemise õigeaegsus.

Loetletud näitajad on eelkõige aluseks juhtide (peamiselt agronoomid ja insenerid) töö hindamisel. Et traktoristide mehhanisatorite töö oleneb enamasti nendest näitajatest, siis on valiselt neid traktoristi töö hindamisel arvesse võtta ei saa.

Juhtide tööd iseloomustavad kvaliteedinäitajad avaldavad olulist mõju ka traktoristide-mehhanisaatorite töö kvaliteedile ja määravad agrotehnika taseme.

Eespool toodud kvaliteedinäitajad on meil veel sageli halvad. Kõige rohkem halvendab tööde kvaliteeti ja vähendab kultuuride saaki see, et põllutöid ei tehta õigel ajal. Katsed ja tähelepanekud on näidanud, et külvi- ja hilinemisel väheneb suviteravilja saak iga päeva kohta umbes 1...1,4 % maksimaalselt saagist, s. o. 0,3...0,4 ts/ha. Optimaalne aeg suviteravilja külvamiseks on meil 10 päeva, kuid praegu kestab see ligikaudu 15 päeva, mistõttu saagikadu on umbes 1,5...2 ts/ha. Sügiskünniga hilinemine põhjustab teraviljasaagi langust ligikaudu 0,4...0,5 % päeva kohta, s. o. 0,15...0,2 ts/ha. Et meil on aastate keskmisena sügiskünniga hilinetud 10...15 päeva, siis on suviteraviljade saagikadu 1,5...3 ts/ha. Teravilja koristamisega hilinemisel päeva võrra on saagikadu umbes 0,2...0,25 ts/ha, seega kokku vähemalt 1,5...2 ts/ha.

Järelikult, kui suudaksime suviteraviljade kasvatamisel kas või põhitööd teha agrotehniliselt õigel ajal, suureneks nende saagikus lisakulutusteta vabariigi keskmisena ligikaudu 4,5...7 ts/ha.

Tööde tegemise õigeaegsus on oluline reserv ka teiste põllukultuuride saagi suurendamisel. Seetõttu on äärmiselt oluline töömasinade ja agregaatide tööviljakust ja jõudlust, mis omakorda sõltub peamiselt järgmistest teguritest:

- põllutööde juhtimise ja korraldamise täpsusest, s. o. sellest, kui palju mehhanisaatori aega kulutab ära tööd juhtiv agronoom või insener halva töökorralduse tõttu;
- agregaadi tehnilisest seisukorrast;
- traktoristi-mehhanisaatori enese töö edukusest.

Sageli ei arvestata agrotehnika ja masinate valmimisel kohalike tingimusi, mis omakorda ei jäta mõju avaldamata traktoristide-mehhanisaatorite töö kvaliteedile ja saagi suurusele.

Möödapääsmatult vajalik on juhtivate töötajate õpetav-haavatav töö traktoristide-mehhanisaatorite agrotehniliste teadmiste ja tööoskuste kujundamisel.

Järelikult sõltub traktoristide-mehhanisaatorite tööviljakus ja töö kvaliteet olulisel määral juhtide (agronoomid, insenerid jt) tööst.

Traktoristide-mehhanisaatorite töö juhtimisel, korraldamisel ja hindamisel tuleb lähtuda sellest, et traktoristi-mehhanisaatori töö kvaliteedi mõiste on oluliselt laiem kui põllutööde kvaliteet. Sellesse kuuluvad järgmised komponendid:

- töönormide täitmine;
- masinate töökindluse ja korrasoleku tagamine;
- normatiivsete näitajate täitmine põllutööde tegemisel e. töö kvaliteet.

Käesolevas käsitleme lähemalt vaid viimast kui agrotehnilisest seisukohast tähtsaimat, kuigi ka teiste mõju agrotehnikale ja saagile on vaieldamatult märkimisväärtne.

Traktoristide-mehhanisaatorite töö hindamisel võetakse arvesse neid kvaliteedinäitajaid, mis otseselt sõltuvad nende tööst, kvalifikatsioonist, hoolest, vastutustundest.

3.2. Mullaharimis-, külvi- ja koristustööde kvaliteet ning hindamine

Maaviljeluslike tööde kvaliteedi järjekindlaks parandamiseks peavad tootmisjuhid (majandite juhid, agronoomid, insenerid jt) tegema järgmist.

1. Maaviljeluslike tööde tegemiseks sobiva agrotehnoloogia (agrotehnilised võtted ja tehnika) valimine vastavalt kasvatatavale kultuurile, mullastikule (eriti mulla lõimisele, struktuurile ja huumusesisaldusele), umbrohtumuse astmele ja iseloomule, reljeefile, põldude kivisusele, veerežiimile, ilmastikule ja teistele tööde kvaliteeti mõjutavatele teguritele.

2. Iga töö tegemise õige algusaja ja kestuse kindlaksmääramine.

3. Iga töö kvaliteedinõuete ja nende hindamiseks rakendatavate kvaliteedinäitajate ning hindamisaluste kindlaksmääramine ja traktoristidele-mehhanisaatoritele teatavakstegemine.

4. Põllutöömasinate ja -agregaatide töö kvaliteedi süstemaatiline kontrollimine töö käigus esmalt traktoristi enda poolt, seejärel agronoomi ja inseneri poolt koos traktoristi töö kvaliteedi hindamisega vastavalt kehtestatud hindamisalustele.

5. Traktoristide-mehhanisaatorite (ka juhtide) töö tasustamine ja premeerimine vastavalt töö kvaliteedile.

Agrotehnilised nõuded ja kvaliteedinäitajad peavad tootmises vastama järgmistele tingimustele:

1) need peavad olema adresseeritud kindlale täitjale (juhile, traktoristide-mehhanisaatorid jne);

2) traktoristide-mehhanisaatorite töö hindamiseks peavad need olema välja töötatud ja kinnitatud eraldi igale mullaharimis-, külvi- ja koristusviisile või töövõttele, kusjuures igale kvaliteedinäitajale (neid on iga töö hindamisel mitu, näiteks künni hindamisel 8) peab olema välja töötatud hindamisskaala, mis näitab agrotehniliste nõuete täitmise taset.

Hindamise objektiivsuse, operatiivsuse, rakendatavuse ja traktoristidele-mehhanisaatoritele vastuvõetavuse seisukohalt peavad kvaliteedinõuded üksiktööde hindamisel olema:

1) iga kvaliteedinäitaja hindamiseks antud võimalikult kindlate arvuliste suurustena;

2) traktoristidele-mehhanisaatoritele enne töö algust teatavaks tehtud;

3) reaalselt rakendatavad;

4) tegelikus töös traktoristide-mehhanisaatorite endi poolt lihtsate vahenditega mõõdetavad-kontrollitavad.

2.2.1. Mullaharimise kvaliteet ja selle hindamine

Mullaharimise kvaliteedi sihikindel parandamine on oluline tingimus mullaviljakuse ja põllukultuuride saakide edasisel suurendamisel. Selle tagamiseks on tarvis hästi tunda mullaharimise eesmärke ja ülesandeid, mullaharimise tehnoloogilisi protsesse ja mullaharimise kvaliteedile esitatavaid nõudeid ning kvaliteedi hindamise aluseid.

Maaviljelussüsteemi üks põhikomponent – mullaharimissüsteem – kujutab endast mullaharimisvõtete kompleksi, mis on allutatud maaviljeluse põhiülesannete (mullaviljakuse parandamine ja saakide suurendamine) lahendamisele ja rakendamisele kindlas järjestuses vastavalt mullastiku- ja kliimatingimustele ning kasvatatavatele kultuuridele ja mille tase sõltub rohkem kui mullaharimise üksikvõtete kvaliteet just juhtide tööst. Seda tuleb mullaharimise hindamisel silmas pidada.

Vastavalt mullaharimise ülesannetele ja läbiviimise aegadele jaotatakse mullaharimissüsteem järgmisteks osadeks: sügisene mullaharimine, kevadine mullaharimine, kesade harimine ja kasvuaegne mullaharimine, mis omakorda koosnevad mitmest mullaharimise üksikvõttest.

Mullaharimise tehnoloogiast ja harimisriistadele esitatavatest agrotehnilistest nõuetest lähtudes on iga mullaharimisvõtte objektiivseks hindamiseks vaja arvesse võtta mitmeid kvaliteedinäitajaid.

Et kõik kvaliteedinäitajad pole ligilähedaseltki võrdse mõjuga, siis kvaliteedi hindamise lihtsustamiseks tootmises neid kõiki arvesse ei võeta.

Näiteks künni kvaliteedi hindamisel on soovitatav rakendada kaheksat kvaliteedinäitajat: 1) künni sügavus ja ühtlikkus; 2) künnivilli pööramine ja murendamine; 3) tüüjäänuste, umbrohtude ja orgaaniliste väetiste sissekünd; 4) künni tasasus; 5) algusvao kündmine; 6) lõpuvao kündmine; 7) vagude alustamine ja lõpetamine ning otste künd; 8) künni suund, vagude sirgus ja künnivaod.

Neist ei saa künklikul või takistustega põldudel hinnata töö- ja väetiste sirgust. Ümbrikuviisi ringkünni korral jääb ära algus- ja lõpuvao kvaliteedi hindamine. Seepärast peavad majandi spetsialistid otsustama, milliseid kvaliteedinäitajaid ühel või teisel juhul saab ja tuleb traktoristide-mehhanisaatorite töö hindamisel arvesse võtta.

Mullaharimise hindamiseks liigutakse üle põllu diagonaalselt. Mõõdetavaid ja määratavaid kvaliteedinäitajaid (töösügavus, umbrohtude hävitamine, panklikkus jt) hinnatakse põllu suuruselt olenevalt vähemalt 5...10 kohas:

– kuni 10 ha suurustel põldudel vähemalt viies kohas;

– üle 10 ha suurustel põldudel vähemalt kümnes kohas.

Mõõtmis- ja määramiskohad tuleb valida tüüpilisel põlluosal, sest mikroreljeefist, salakividest jms tingitud kõrvalekalded kvaliteedinõuetest ei olene traktoristist.

Visuaalselt määratavaid näitajaid hinnatakse kogu läbitava põllu ulatuses.

Mullaharimisvõtte või -võtete kompleksi kohta on koostatud abitabelid, mis kergendavad objektiivse koondhinde andmist mitme erineva osakaaluga kvaliteedinäitaja alusel. Hindaja võib süsteemi koondhinde andmiseks ka ise välja töötada, peaasi, et koondhinne traktoristi tööle oleks objektiivne.

Industriaalse maaviljeluse arenedes põllutööde kvaliteedi sihipärase kontrollimise vajadus suureneb. See nõuab tänapäevaste (peamiselt elektrooniliste) seadmete ja mõõteriistade väljatöötamist.

mist, katsetamist ja kasutuselevõtmist. Üksnes siis saab põllutööde kvaliteeti hinnata operatiivselt ja objektiivselt. Kahjuks on meil praegu väga vähe tänapäeva teaduse ja tehnika tasemele vastavaid mõõteriistu. Seepärast peame kvaliteeti enamasti hindama visuaalselt. Niisugused hinnangud on paratamatult vähem või rohkem subjektiivsed. See on ka üks olulisemaid põhjusi, miks põllutööde kvaliteedi hindamisega ei olda praegu rahul ei tootmises ega ka teaduslikus uurimistöös.

2.2.1.1. Sügisene mullaharimine ja selle kvaliteedi hindamine

Sügisene mullaharimine on meie vabariigis väga vajalik mulla füüsikaliste, keemiliste ja bioloogiliste omaduste parandamiseks, umbrohutõrjeks, teravilja negatiivse järelmõju ning kevadiste ja kasvuaegsete mullaharimistööde vähendamiseks.

Seoses tööstusliku tehnoloogia ja kemiseerimise järjest ulatavalikuma rakendamisega süvenevad ka nendega paratamatult kaasnevad negatiivsed tagasimõjud — muldade aluskihtide tihenemine, künnikihi struktuuri lagunemine, mulla mikrofloora ja fauna elutingimuste halvenemine ning arvukuse vähenemine, vee- ja tuuleerosiooni ohu suurenemine jne. Nendega kaasneb ka enamiku teiste mulla füüsikaliste, füüsikalishemhaaniliste, keemiliste ja bioloogiliste omaduste halvenemine.

See ongi põhjuseks, miks sügisene mullaharimine tuleb teha võimalikult hästi ja õigel ajal. Just sügisese mullaharimisega saab vähendada eespool toodud negatiivsete ilmingute mõju, sest mulda on võimalik harida sügavalt.

Esiteks võimaldab 3...4 aasta tagant tehtav 25...30 cm sügavkünn rühvelkultuuride või teiste kultuuride eel ja künnikihialuse mulla kobestamine kivikaitseseadmetega varustatud aderkobestiga, tsiiselkultivaatoriga või sügavkobestiga vähendada künnikihialuse tihenenud mulla lasuvustihedust, tänu millele paraneb järsult muldade vee- ja õhurežiim. Eriti paraneb muldade veeläbilaskvus ja veemahutavus, mis omakorda loob soodsad eeldused kevadtööde varajaseks tegemiseks ja taimede paremaks veega varustamiseks.

Teiseks võimaldab õigeaegne sügisene mullaharimine (tüükorimine, sügiskünn, kerge ja keskmise löimisega muldade künnijärgne planeerimine-tasandamine, libistamine-äestamine või kultiveerimine-äestamine) koos orgaaniliste ja fosfor-kaaliväetiste andmisega sügiskünni alla vähendada kevadisi ja kasvuaegseid mullaharimistöid, kevadtöid kiirendada ja muldi pärast künni vähem tallata.

2.2.1.1.1. Koorimine ja selle kvaliteedi hindamine

Teravilja-, üheaastaste heinte ja linapõldude koristusjärgse koorimise ülesanne on umbrohutõrje, teravilja negatiivse järelmõju vähendamine, mulla füüsikaliste, keemiliste ja bioloogiliste omaduste parandamine ning taimehaiguste ja kahjurite tõrje.

Objektiivsed tingimused ei võimalda kõigi teravilja jt kultuuride alt vabanevate allakülvideta põldude koorimist. Seepärast tuleks koorimine katsetulemustest lähtudes korraldada järgmiselt.

1. Pikaajaliste umbrohtudega vähe umbrohtunud põllud võib jätta koorimata ja künda esimeses järjekorras kohe pärast kultuuride koristamist. Eesti NSV-s on selliseid teravilja jt kultuuride alt vabanevaid allakülvideta pindu umbes 10...15 %.

2. Pikaajaliste umbrohtudega keskmiselt ja tugevasti umbrohtunud põldudel on vajalik 10...12 cm sügavune hõlmkoorimine hõlmkoorliga (ППЛ-10-25 jt) või paljukorpuselise adraga (ПКЧ-6-35, ПКЧ-8-35, ПП-8-40 jt). Kui hõlmkoorimine pole võimalik, tuleb koorida raske randaali, tüükultivaatori või Hankmo äkkega 2 korda (teist korda 1,5...2 nädalat hiljem diagonaalselt esimese koorimisega). Risoomidega paljunevate umbrohtude (eriti orashein) esinemise korral on soovitatav põlde pärast koorimist kultiveerida-äestada (tüükultivaatori kasutamisel pole see vajalik), et võimalikult palju risoomi tuleks mullapinnale. Kui risoomid ka enne sügiskünni ei kuiva, maetakse nad ühtlaselt sügavale künnivao põhja. (EPA maaviljeluse kateedri korraldatud katsed näitasid, et 27...28 cm sügavusele mulda viidud risoomid ei suuda võsundeid mullapinnale ajada.)

3. Ülejäänud põllud tuleb koorida mullast olenevalt kas raske randaaliga (БДТ-3,0, БДТ-7,0 jt), tüükultivaatoriga, Hankmo äkkega või ketaskoorliga (ЛДГ-5 jt). Viimane tagab vajaliku harimissügavuse (vähemalt 7...8 cm) ja kõrrejäänuste mullaga segamise vaid vähe tihenenud niisketel kerge ja keskmise löimisega muldadel.

Koorimiseks nimetatakse ka mustkesa korduvat erinevas sügavuses harimist ja põldheina-, niidu- ning karjamaakamara läbilõikamist ja purustamist tüükultivaatori, hanijalgkultivaatori, koorli, randaali, Hankmo äkke, hõlmkoorli, adra või teiste harimisriistadega.

Koorimise agrotehnilised põhinõuded on järgmised: 1) koorida tuleb kohe pärast saagi koristamist ettenähtud sügavuses; 2) koorimise järel peab mullapind olema tasane, muld mure ja kobe; 3) umbrohud peavad olema täielikult läbi lõigatud; 4) ei tohi olla harimisvigu.

Koorimise kvaliteedi hindamisel tuleb kõigepealt hinnata koo-

rimise õigeaegsust, mis näitab juhtide töö taset. Hindamisel arvestatakse koristustööde ja koorimise vahelist aega. Koorimine hinnatakse heaks, kui see järgneb kultuuride koristamisele 5 päeva jooksul, ja rahuldavaks, kui see toimub 6...10 päeva jooksul. Sellest hilisem töö on mitterahuldav. Ka kalendaarselt hiline (tavaliselt pärast 20. septembrit) koorimine ei täida kõiki oma ülesandeid. Erandina võib hilist koorimist pidada põhjendatuks ja vajalikuks pikaealiste umbrohtudega tugevasti umbrohtunud põldudel.

Traktoristi tööd hinnatakse järgmiste kvaliteedinäitajate alusel: 1) koorimise sügavus ja ühtlikkus; 2) haritava mullakihi, tüüjäänuste ja umbrohtude aluskihist lahtiõikamine ja mullaga segamine; 3) mullapinna tasasus, mulla murenemine ja kobedus; 4) harimisvead.

1. Koorimise sügavus ja ühtlikkus. Et koorimise tähtsaim ülesanne on pikaealiste umbrohtude tõrje ja et nende umbrohtude juuri ning risoomi esineb kõige enam 10...15-cm paksuses ülemises mullakihis, siis tuleb tüüpõlde sügisel koorida 10...12 cm sügavuselt. Madalam koorimine (7...8 cm) on õigustatud vaid juhul, kui pikaealisi umbrohte esineb vähe.

Mustkesa kooritakse kevadsuvel esimest korda 7...8 cm ja teist korda 2...2,5 nädala pärast 13...14 cm sügavuselt.

Koorimisel peavad randaali ja koorli kettad, tüükultivaatori piid, Hankmo äkke lõikenoad ning hõlmkoorli või adra korpused töötama ühesügavuselt.

Töö käigus mõõdetakse koorimise sügavust koorimata põllu pealispinnast koorimisriistade tööorganite harimisjälgede põhjani mõõtepulgaga, mis on jaotatud sentimeetriteks. Kooritud põllul tasandatakse mulla pealispind (0,5 m²) ja mõõtepulk vajutatakse mulda koorimata kihini. Et mulla kobeduse tõttu saadakse tegelikult suurem sügavus, siis on vaja tulemusi 20 % võrra vähendada.

Hea koorimissügavus vastab ettenähtule või erineb sellest üle 1 cm kuni 1/5 (incl.) mõõtmistest.

Rahuldav koorimissügavus erineb ettenähtust üle 1 cm 1/5...2/5 (incl.) mõõtmistest.

Mitterahuldav koorimissügavus erineb ettenähtust üle 1 cm enam kui 2/5 mõõtmistest.

2. Haritava mullakihi, tüü ja umbrohtude aluskihist lahtiõikamine ja mullaga segamine. Koorimisriist peab haritava mulla kihi, tüüjäänused ja umbrohud aluskihist võimalikult täielikult lahti lõikama ja tüü mullaga segama; siis on ka umbrohtude juured ja risoomid läbi lõigatud. Hindamine oleks täpsem, kui määraksime läbilõikamata või kasvama jäänud pikaealiste umbroh

tude arvu, see võtaks aga väga palju aega. Hinnatakse kooritud põllu 1 m² põllu suuruselt sõltuvalt 5...10 kohas. Kontrollpind määratakse silma järgi või raami abil ja seejärel määratakse silma järgi lahtiõigatud mullakihi osakaal kogu kontrollpinnas puudust või muust materjalist labidakesega.

Hea – haritav mullakiht on aluskihist täielikult või vähemalt 4/5 (incl.) ulatuses lahti lõigatud ja tüüjäänused mullaga hästi segatud.

Rahuldav – haritav mullakiht on aluskihist 4/5...3/5 (incl.) ulatuses lahti lõigatud ja tüüjäänused mullaga hästi kuni rahuldavalt segatud.

Mitterahuldav – haritav mullakiht on aluskihist vähem kui 4/5 ulatuses lahti lõigatud ja tüüjäänused mullaga rahuldavalt kuni halvasti segatud.

3. Mullapinna tasasus, mulla murenemine ja kobedus. Et soodustada umbrohuseemnete idanemist, mulda viidud kõrretüü ja juurte mineraliseerumist ning luua eeldused korralikuks künniks, peab muld pärast koorimist olema võimalikult mure, kobe ja tasane. Selleks on vaja, et koorimisriistad oleksid agregaaditud kerge libistiga, mis tasandab kõrgemad vallid (eriti moodustuvad need randaali sektsioonide vahekohtades) ja murendab ning isegi veidi tihendab pindmist mullakihti, soodustades sellega umbrohuseemnete idanemist. Äkkeid pole hea kasutada, sest need kisivad mullaga segatud tüü pinnale ja pidurdavad selle mineraliseerumist.

Tasasust ja murenemist hinnatakse silma järgi, kobedust mulla vajumise ulatuse ja ühtlikkuse järgi jalgade all.

Hea – vallid ja vaondid puuduvad või on vähe märgatavad. Mullapanku ($\varnothing > 5$ cm) ei ole või on vähe (alla 10 panga 1 m²l). Muld enam-vähem vajaliku sügavuseni ühtlaselt kobe.

Rahuldav – 1)* esineb üksikuid selgelt märgatavaid valle ja vaondeid; 2)* mullapanku esineb keskmiselt (10...20 panga 1 m²l) ja muld kohati ebaühtlase kobedusega.

Mitterahuldav – 1)* esineb palju selgelt märgatavaid valle ja vaondeid; 2)* muld panklik (üle 20 panga 1 m²l) ja väga ebaühtlase kobedusega.

* Märkus. Kui töö kvaliteedinõuded on esitatud mitme punktina (1)...2)...jne), siis antakse ettenähtud hinne juhul, kui töö kvaliteet vastab ükskõik millises punktis esitatud nõuetele, rääkimata kokkulangemisest mitmes punktis toodud nõuetega. Nii toimitakse kõigi tööde kvaliteedi hindamisel.

4. Harimisvead. Harimisvigade all mõistetakse vahelejätmise ning põlluotste, tee- ja kraaviäärte, postide, kivi-hunnikute, põhu-annade jms lohakalt kooritud ümbrust. Hinnatakse visuaalselt.

Hea — põllul ei ole harimisel vahelejäanud ribasid; põlluotsad, tee- ja kraaviääred, postide, kivi-hunnikute, põhuaunade jms ümbrus on korralikult haritud.

Rahuldav — 1) põllul esineb üksikuid harimisel vahelejäanud ribasid; 2) põlluotste, tee- ja kraaviäärite, postide, kivi-hunnikute, põhuaunade jms ümbruse harimisel esineb üksikuid vigu.

Mitterahuldav — 1) põllul esineb arvukalt harimisel vahelejäanud ribasid; 2) põlluotste, tee- ja kraaviäärite, postide, kivi-hunnikute, põhuaunade jms ümbruse harimisel esineb arvukalt vigu.

Kõik hinned märgitakse vabas vormis märkmikku ja neist arvutatakse keskmised. Koorimise koondhinne antakse keskmiste hinnete alusel (tabel 25).

2.2.1.1.2. Künd ja selle kvaliteedi hindamine

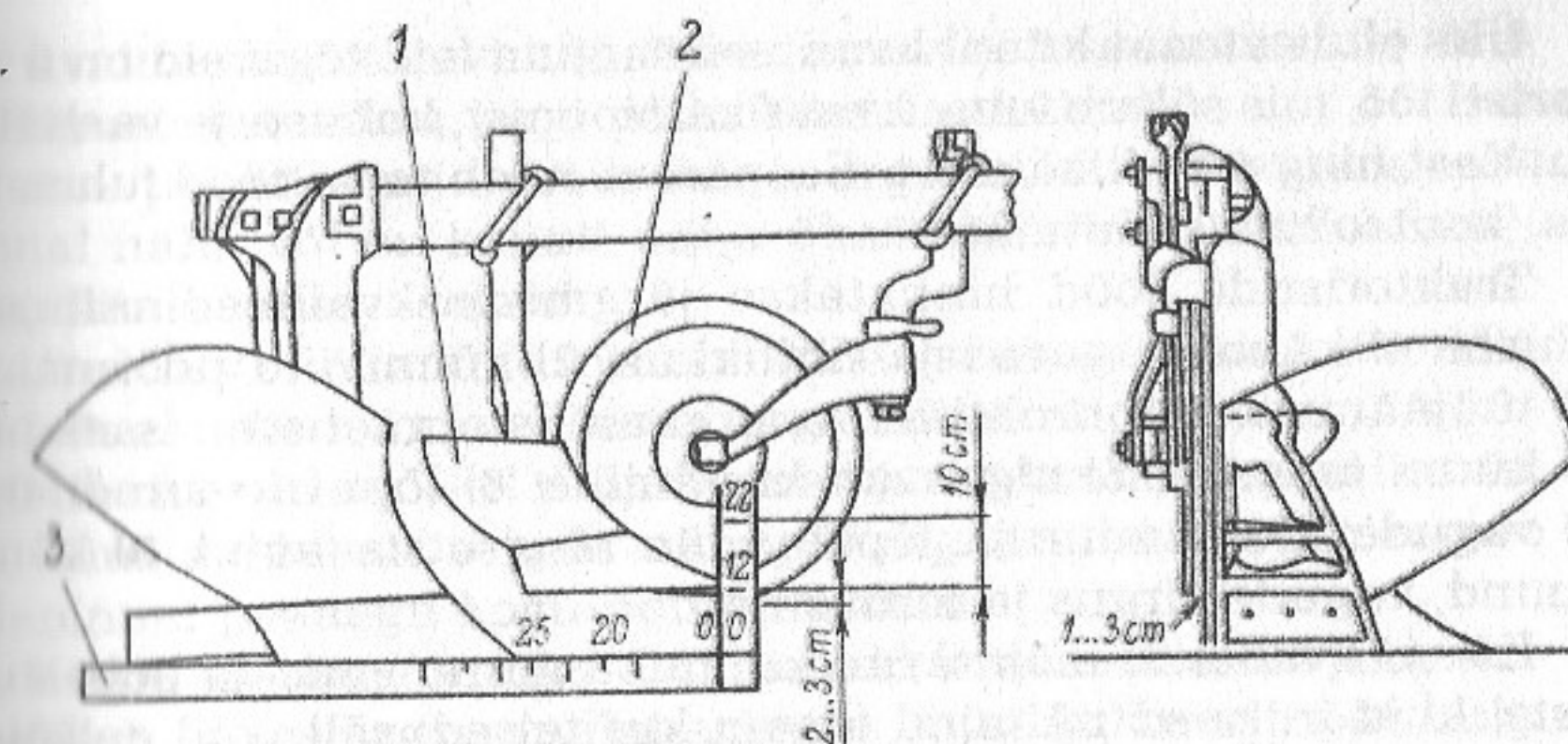
Põhiosa künnitöödest moodustab sügiskünd, mis on peamine mullaharimisvõtte sügiseses mullaharimissüsteemis.

Meie vabariigis, kus sügisel (eriti hilissügisel) on tavaliselt niiskust rohkesti, soojust aga vähe, ei tohi sügiskünniga hilineda. Agrotehniliselt parim aeg sügiskünniks on meil septembrikuu, mil eeldused korralikuks künniks ja vajalike mikrobioloogiliste protsesside kulgemiseks mullas on suurimad. Küntakse kohe pärast kultuuride koristamist või 2...3 nädalat pärast tüüpõldude koorimist. Tüüpõldude koorimise järel hakkavad pikaealiste umbrohtude tükeldatud ja läbilõigatud juured ning maapealsed võsundid lehti ja võrseid moodustama ning üsna oluline osa pindmises mullakihi paiknevaid umbrohuseemneid idanema. Sügiskünniga viiakse nad vagude põhja, kus enamik neist hävib. Sügiskünd soodustab ka mulla veevarude suurenemist ning hõlbustab talimehaiguste ja kahjurite tõrjet.

Künni agrotehnilised põhinõuded on järgmised.

1. Agrotehniline sügiskünni lõpetamise tähtaeg on 15. oktoober. Et selleks ajaks sügiskünniga toime tulla, peab vähemalt 1/3 sügiskünni plaanist olema täidetud 15. septembriks ja 2/3 1. oktoobriks. Kui selleks ajaks ei jõuta kündi lõpetada, tuleb seda jätkata viimase võimaluseni, sest sügiskünni eelised kevadkünni ees on suured (niiskuse säilitamine, kevadtööde kiirendamine jne).

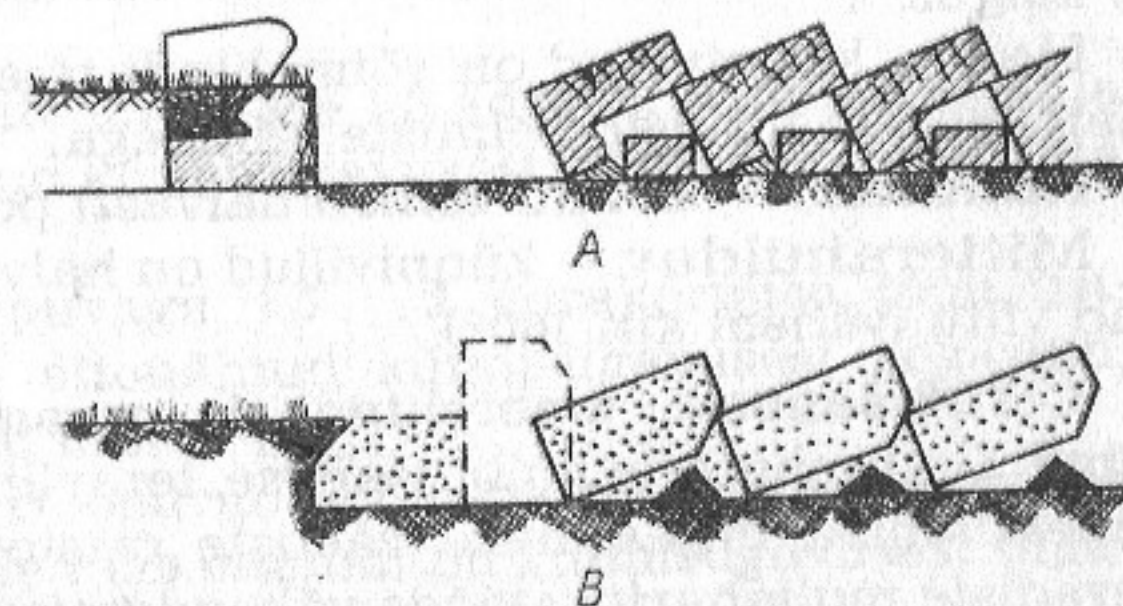
2. Kündmisel tuleb eelistada poolvint- või vinthõlmade, eelkoorlite ja ketasnugade atru (joonis 60). Need tagavad pikaealiste umbrohtude juurte ja risoomide tükeldamise, umbrohuseemnete, vegetatiivse paljunemise organite ja põhujäänuste parema matmise vao põhja ning künniviilu täielikuma pööramise (joonis 61).



Joonis 60. Eelkoorli ja ketasnoaga adra korpus; 1 — eelkoorel; 2 — ketasnuga; 3 — nurgik eelkoorli ja ketasnoa asendi kontrollimiseks

3. Künni sügavus peab olema ühtlane ja vastama nõuetele.
4. Koristusjäätmel (tüü, põhk, aganad jm), umbrohud, mullapinnale varisenud umbrohuseemned ja külvatud ning laotatud väetised peavad olema korralikult sisse küntud (mullaga kaetud).
5. Künniviil peab olema võimalikult hästi pööratud.
6. Künd peab olema tasane (künni harjad ühel tasapinnal, algusvagu vähe märgatav, lõpuvagu madal ja kitsas).
7. Kündmata pinda ei tohi olla; põlluotsad ja -ääred ning takistuste (postid, kivi-hunnikud jms) ümbrus peab olema korralikult küntud.

Künni kvaliteet sõltub paljudest teguritest, milles olulisemad on mullastik (eriti mulla lõimis, struktuursus ja niiskusesisaldus), adra konstruktsioon, tehniline seisukord ja reguleeritus, künniviilu laius, adra liikumiskiirus, künniviis, traktoristi-mehhanisaatori kvalifikatsioon, töösse suhtumine ja vastutustunne.



Joonis 61. Eelkoorliga varustatud adraga künd (A); nurgalõikuriga varustatud adraga künd (B)

Üks olulisemaid künni kvaliteeti mõjutavaid tegureid on traktoristi töö, mis sõltub tema kvalifikatsioonist, kohuse- ja vastutustundest ning püüdlikkusest. Seepärast tuleb tema tööd juhendada, kontrollida ja hinnata.

Traktoristide tööd hinnatakse järgmiste kvaliteedinäitajate alusel: 1) künni sügavus ja ühtlikkus; 2) künniviilu pööramine; 3) tüüjäänuste, umbrohtude ja orgaaniliste väetiste sissekünd; 4) künni tasasus; 5) algusvao kündmine; 6) lõpuvao kündmine; 7) vagude alustamine ja lõpetamine ning otste künd; 8) künni suund, vagude sirgus ja künnivead.

Künni kvaliteeti mõjutavad ka mulla murenemis- ja kobestusaste, kuid et need näitajad (enam kui teised) sõltuvad eelkõige mulla lõimisest ja adrahõlma tüübist, siis pole nende kasutamine traktoristide töö kvaliteedi näitajatena põhjendatud.

1. Künni sügavus ja ühtlikkus. Künni sügavus oleneb paljudest teguritest, nagu mulla aluspõhja iseloom (rähk, paas jt), huumushorisondi tusedus, kultuuride nõuded, umbrohtumuse aste ja iseloom jne. Tuginedes senistele uurimistele on otstarbekohane künni sügavust 3...5 aasta tagant muuta, olenevalt mullastikuist teha 25...30-cm sügavküundi kas rühvelkultuuride või ka teraviljade eel.

Künni sügavust hinnatakse mõõtmisandmete alusel järgmiselt.

Hea — künni sügavus vastab ettenähtule või erineb sellest üle 1 cm kuni 1/5 (incl.) mõõtmistest.

Rahuldav — künni sügavus erineb ettenähtust üle 1 cm 1/5...2/5 (incl.) mõõtmistest.

Mitterahuldav — künni sügavus erineb ettenähtust üle 1 cm enam kui 2/5 mõõtmistest.

2. Künniviilu pööramine. Et see kvaliteedinäitaja sõltub sageli enam kui teised adrahõlma tüübist ja mulla lõimisest, mitte otseselt traktoristi tööst, siis tuleb seda ka traktoristide töö hindamisel ja võrdlemisel arvestada. Hinnatakse silma järgi põllu läbimise käigus.

Hea — künniviilud on võimalikult täielikult pööratud (vähemalt 160°) ja liituvad eelmiste viiludega.

Rahuldav — kohati esineb halvasti pööratud künniviile.

Mitterahuldav — künniviilud on halvasti pööratud, paiknevad viltu (vähem kui 160°).

3. Tüüjäänuste, umbrohtude ja orgaaniliste väetiste sissekünd. Umbrohutõrje hõlbustamise, teravilja negatiivse järelmõju vähendamise, orgaaniliste väetiste ratsionaalse kasutamise ja kevadiste mullaharimistööde vähendamise seisukohalt on nime-

ladud kvaliteedinäitajal intensiivses maaviljeluses eriti suur tähtsus. Hinnatakse silma järgi põllu läbimise käigus.

Hea — tüüjäänuseid, umbrohte ja orgaanilist väetist pole mullapinnal näha või on kohati näha üksikuid kõrsi, umbrohte või orgaanilise väetise osakesi.

Rahuldav — üksikute künniviilude vahelt paistab katkendlikke ridadena kõrsi, umbrohte või orgaanilist väetist.

Mitterahuldav — 1) tüüjäänused ja umbrohud enamiku viilude vahel ridadena selgelt näha; 2) orgaanilist väetist esineb mullapinnal peaaegu kogu põllu ulatuses.

4. Künni tasasus on üks olulisemaid kvaliteedinäitajaid, millest sõltub künnijärgse mullaharimise maht ja kevadtööde kulg. Hinnatakse silma järgi ja mõõtepulga ning -lati abil.

Hindamisel võrreldakse eraldi omavahel vaoharjade kõrgust ja vaoharjadevaheliste vagude kõrgust.

Hea — vaoharjad ja nende vahelised vaod on ühekõrgused või erinevad üksteisest kuni 5 cm ulatuses.

Rahuldav — vaoharjad ja nende vahelised vaod erinevad üksteisest kõrguselt 6...10 cm ulatuses.

Mitterahuldav — vaoharjad ja nende vahelised vaod erinevad üksteisest kõrguselt üle 10 cm.

5. Algusvao kündmine. Algusvaoalune pind tuleb enne esimesi kokkukünni töökäike alt lahti künda. Seejuures peab lahtikünnivao sügavus olema vähemalt pool ettenähtud künnisügavusest. Hinnatakse silma järgi ja mõõtepulga ning -lati abil.

Hea — algusvagu alt lahti küntud ja kokkukünnil võib selle kohale olla moodustunud kuni 10-cm hari või lohk.

Rahuldav — algusvagu alt lahti küntud, kuid kokkukünnil on algusvao kohale moodustunud 11...15-cm hari või lohk.

Mitterahuldav — 1) algusvagu pole lahti küntud; 2) algusvagu on alt lahti küntud, kuid kokkukünnil on selle kohale moodustunud üle 15-cm hari või lohk.

6. Lõpuvao kündmine. Lõpuvagu ei tohi olla lai ega sügav, samuti ei tohi olla kündmata riba. Hinnatakse silma järgi ja mõõtepulga ning -lati abil.

Hea — lõpuvagu mitte laiem kui 1,5 adrakorpuse töölaiust ja mitte üle 2 cm ettenähtud künnisügavusest sügavam. Kündmata riba ei ole.

Rahuldav — 1) lõpuvagu 1,5...2 adrakorpuse töölaiust; 2) lõpuvagu 2...4 cm ettenähtud künnisügavusest sügavam; 3) kündmata riba kokku kuni 5 m.

Mitterahuldav — 1) lõpuvao laius enam kui 2 adrakorpuse töölaiust; 2) lõpuvagu üle 4 cm ettenähtud künnisügavusest sügavam; 3) kündmata riba kokku üle 5 m.

7. Vagude alustamine ja lõpetamine, otste künd. Et otste künd misel ei jääks kündmata kohti ega tuleks künda juba küntud pöllu, tuleb vagusid alustada ja lõpetada võimalikult ühel joonel. Seda on lihtne teha, kui kõigepealt küntakse pöllu otstesse pöllu vaod.

Pölluotsad tuleb künda ühesuunaliselt nii, et ühel aastal pöllu ratakse künniviil pöllu poole, järgmisel aastal pölluserva poole. Siis ei teki pölluotstes suuri ebataasasusi. Hinnatakse silma järgi.

Hea — vagude alustamise ja lõpetamise joonel ei ole kündmata kohti ega lohke. Otsad küntud ühesuunaliselt ja kinni peetud vajalikust liikumissuunast.

Rahuldav — 1) vagusid on kohati alustatud ja lõpetatud pöllu äärest erinevas kauguses, mistõttu esineb topeltkündi või mitte täielikust kündmisest tingitud lohke; 2) otste künd ühesuunaliselt, kuid pole kinni peetud vajalikust liikumissuunast, mistõttu ebataasasused otstes on suured.

Mitterahuldav — 1) vagude alustamise ja lõpetamise pöllu on arvukalt kündmata või kaks korda küntud kohti; 2) otsad küntud kahesuunaliselt, mistõttu esineb algus- või lõpuvagu.

8. Künni suund, vagude sirgus ja künnivead. Et ebataasasusi tekiks vähem, tuleb künnisuunda eeviisi künni korral vähemalt iga kahe aasta tagant muuta (kui seda võimaldab pöllu kuju) ja künda nii, et sinna, kuhu tänavu moodustus lõpuvagu, moodustuks järgmisel aastal algusvagu ja vastupidi. Künni suund peab olema risti või diagonaalne eelnenud tüükoorimise suunaga. See pärast on tarvis koorimissuund valida soovitava künnisuuna järgi.

Õige künnisuund on eriti oluline künklikel aladel. Vee erosiooni vähendamiseks tuleb seal künda võimalikult risti kaldekuga.

Vagude sirgus on oluline kvaliteedinäitaja, mida tuleb hinnata sõltuvalt kohalikest tingimustest (reljeef, postid jm takistused). Eriti rasketes tingimustes (künklik ja keerulise kujuga põld) ei saa vagude sirgust traktoristi töö hindamisel arvesse võtta.

Künnivagude kindlakstegemiseks hinnatakse harimise ühtlikkust (et ei esineks kündmata ribasid), teede, kraavide ja pölluäärite, samuti postide, kivihunnikute, põhuaunade jt takistuste ümbruse kündmist.

Künni suunda, vagude sirgust ja künnivagu hinnatakse silma järgi.

Hea — künni suund vastab nõuetele. Vaod sirged (kõrvalekalde 100 m kohta kuni üks adra korpuse töölaiust, s. o. 35 ... 45 cm). Künnivigu ei ole või on üksikuid ja need on väheolulised.

Rahuldav — 1) künni suund vastab vaid osaliselt nõuetele; 2) vaod kohati kõverad (kõrvalekalle sirgjoonest 100 m kohta 1 ... 3 adrakorpuse töölaiust); 3) on üksikuid olulisi künnivigu.

Mitterahuldav — 1) künni suund ei vasta nõuetele; 2) vaod kõverad (kõrvalekalle sirgjoonest 100 m kohta rohkem kui kolm adrakorpuse töölaiust); 3) on arvukalt olulisi künnivigu.

Kõik hinded märgitakse vabas vormis märkmikku ja neist arvutatakse keskmised. Künni koondhinne antakse keskmiste hinnete alusel (tabel 26).

3.1.1.3. Külvieelne mullaharimine ja selle kvaliteedi hindamine

Külvieelse mullaharimise all mõistame kultuuride külvile või mahapanekule eelnevat mullaharimist, mille põhiülesanded on säilitada mullaniiskust, luua mulla selline seisund (mulla tihedus, murenemisaste jne) ning õhu- ja veerežiim, mis kõige paremini rahuldaks kasvatatava kultuuri bioloogilisi nõudeid, ja hävitada umbrohte.

Enamasti tehakse külvieelne mullaharimine kevadel, mistõttu seda nimetatakse ka kevadiseks mullaharimiseks. Et vähendada muldade tallamist, kütuse- ja harimiskulusid ning kiirendada kevadtööde kulgu, tuleb mullaharimisriistad otstarbekalt agregaatida ja kasutada mullaharimise ning külvi põimagregaate. Selleks kõige sobivamad eeldused korralik sügiskünd, orgaaniliste ja PK-väetiste andmine sügiskünni alla, kerge ja keskmise löimisega muldade sügiskünnijärgne harimine ning sügisene kivikoristus.

Võtete ja riistade valikul tuleb lähtuda kohalikest oludest (kasvatatav kultuur, mullastik, eriti mulla löimis, umbrohtumuse aste ja iseloom, reljeef, põldude kivisus ja suurus, ilmastik jms).

Külvieelsel mullaharimisel kasutatakse meil ühendagregaate libisti + äkked, kultivaator + äkked, kultivaator + libisti, kultivaator + libisti + äkked, mullaharimise põimagregaate (PBK-3,0 jt) ning mullaharimise ja külvi põimagregaate (Valga-Juko-4000 jt).

Külvieelne mullaharimine on enamasti ühend- või põimagregaatidega (tulevikus ka kombainagregaadiga). Sellest on lähtunud ka külvieelse mullaharimise kvaliteedi hindamise aluste koostamisel.

Külvieelse mullaharimise õigeaegsuse kui juhtide, eelkõige agronoomide ja inseneride tööd peegeldava näitaja hindamisel tuleb tööde tegeliku läbiviimise aega võrrelda agrotehniliselt õige e. optimaalse ajaga. Külvieelse mullaharimise õigeaegsusest sõltuvad oluliselt teised kvaliteedinäitajad. Kui töö tehakse valel

ajal, ei saa traktoristi töö kvaliteedi mõningaid näitajaid (kobedus, panklikkus) alati alljärgnevate kriteeriumide järgi hinnata. Tööde läbiviimise õigeaegsus on eriti oluline suviviljade kevadel e. külvieelsel mullaharimisel, kuna taliviljade külvieelsel mullaharimisel on see mõnevõrra vähem tähtis.

Traktoristi töö hindamisel tuleb arvestada järgmisi kvaliteedi näitajaid: 1) harimise sügavus ja ühtlikkus; 2) mullapinna tāsasus; 3) haritud pindmise mullakihi kobedus ja murenemine; 4) harimissuund ja töökäikude sirgus; 5) umbrohtude hävitamine; 6) harimisvead.

1. Harimise sügavus ja ühtlikkus. Külvieelse mullaharimise optimaalne sügavus sõltub eelkõige kasvatatavast kultuurist, vähem mulla lõimisest ja struktuurist. Praegu on tõsiseks puuduseks see, et teraviljade külvi eel haritakse mulda sageli optimaalselt palju sügavamalt. Sellega kaasneb ka optimaalsest suurem seemendussügavus ja seemnete sattumine kobedasse mulda, kuhu kapillaarvesi ei tõuse (joonis 62). Järelikult halvenevad idanemis- ja tärkamistingimused, eriti kuivadel kerge lõimisega muldadel.

Harimissügavust hinnatakse mõõtmisandmete alusel analoogselt künni sügavusega.

Hea — harimissügavus vastab ettenähtule või erineb sellest üle 1 cm kuni 1/5 (incl.) mõõtmistest.

Rahuldav — harimissügavus erineb ettenähtust üle 1 cm 1/5 ... 2/5 (incl.) mõõtmistest.

Mitterahuldav — harimissügavus erineb ettenähtust üle 1 cm enam kui 2/5 mõõtmistest.

2. Mullapinna tāsasus. Mida tāsasem on mullapind, seda paremini õnnestub külvi, seda ühtlasem on külvi sügavus, taimede tärkamine ja kasv. Muldade tāsasusest sõltub ka kasvuaegsete hooldustööde tõhusus (eriti kõõgiviljade ja söödajuurviljade korraldamise olenevad sellest koristustingimused ja koristustööde kvaliteet.

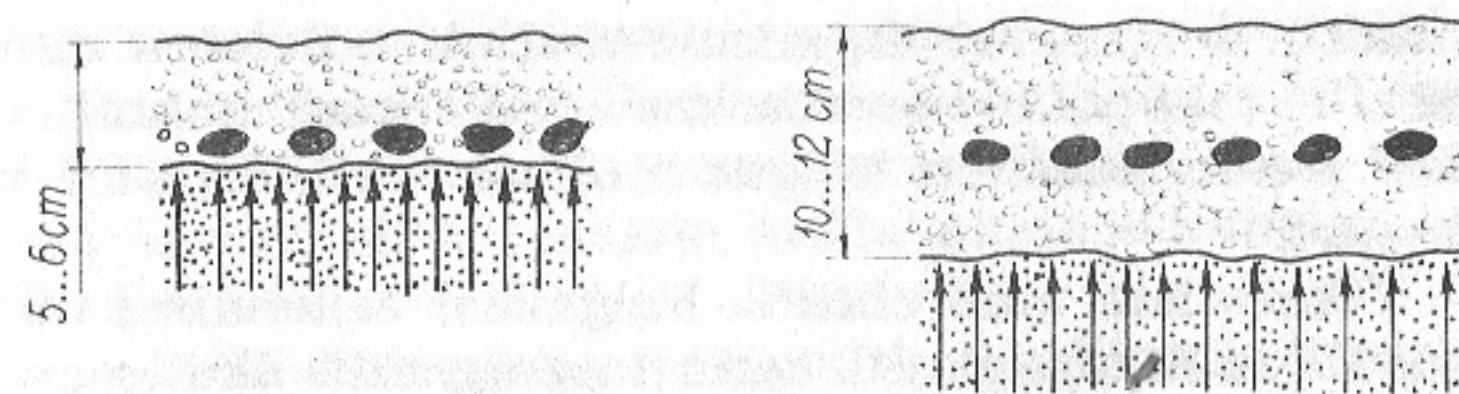
Mullapinna tāsasust hinnatakse silma järgi või nõõri abil (v lk. 346) ning arvutatakse tāsasuse tegur T %.

Hea — mullapind tāsane või üksikute väikeste ebataāsasustega; T % alla 5.

Rahuldav — mullapinnal esineb mõõdukalt ebataāsasusi või üle 10-cm läbimõõduga murendamata kamaratükke; T % 5 ... 10.

Mitterahuldav — mullapind ebataāsane või esineb hulgaliselt üle 10-cm läbimõõduga murendamata kamaratükke; T % üle 10.

3. Haritud pindmise mullakihi murenemine ja kobedus. Külvieelne mullaharimine peab tagama pindmise mullakihi murene-



joonis 62. Niiskus- ja idanemistingimuste sõltuvus külvieelse mullaharimise sügavusest

mise ja kobestumise ettenähtud harimissügavuses. Mida enam tekib harimisel 0,25 ... 10-mm mullaosakesi ning mida vähem tolmu ja üle 5-cm läbimõõduga mullatükke, nn panku, seda muredam ja kobedam on muld.

Kobedust hinnatakse silma järgi mulla vajumise sügavuse ja ühtlikkuse järgi jalgade all ning murenemist panklikkuse e. pankade hulga alusel 1 m² kohta. Panklikkus määratakse silma järgi või ruutmeetrise raami järgi.

Hea — 1 m² kohta keskmiselt kuni 5 panka ja muld harimissügavuses ühtlaselt kobe.

Rahuldav — 1) 1 m² kohta keskmiselt 6 ... 10 panka; 2) kobedus kohati ebaühtlane.

Mitterahuldav — 1) 1 m² kohta keskmiselt üle 10 panga; 2) kobedus ebaühtlane.

4. Harimissuund ja töökäikude sirgus. Enamasti tuleb harida diagonaalselt künnivagudega, sest siis tāsandub muld kõige paremini. Teist korda on soovitatav harida diagonaalselt eelmise harimissuunaga. Põimagregaatide kasutamisel, mil harimine ja külvi toimuvad üheaegselt, sellest nõudest alati kinni pidada ei saa, mida tuleb ka traktoristi töö hindamisel arvestada. Et töökäigud oleksid sirged, tuleb esimesed neist teha looduses valitud orientiiride järgi. Külvieelse mullaharimise töökäikude sirgust ei saa kõikjal hinnata.

Hea — harimissuund esimesel harimisel diagonaalne künni suunaga, järgmistel harimistel diagonaalne eelmise harimissuunaga. Töökäigud sirged või vähemärgatavate kõverustega.

Rahuldav — 1) harimissuund enam-vähem diagonaalne künni suunaga; 2) töökäigud üksikute silmapaistvate kõverustega.

Mitterahuldav — 1) harimissuund ei ole diagonaalne künni suunaga; 2) töökäigud arvukate silmapaistvate kõverustega.

5. Umbrohtude hävitamine. Tootmises pole hindajal aega kontrollida, kas pikaealiste umbrohtude mullas paiknevad juured või risoomid on harimise käigus läbi lõigatud või mitte. Seetõttu läh-

tutakse hindamisel järgmisest nõudest: külvieelse mullaharimise järel ei tohi põllul esineda kasvamajäänud umbrohte; need peavad olema harimise käigus mullast lahti lõigatud või mullaga kaetud.

Pikaealiste umbrohtude hulgalisel esinemisel on soovitatav kasutada hanijalgkultivaatorit agregaadis äketega.

Umbrohtude hävitamise täielikkust hinnatakse silma järgi.

Hea — 10 m² ei esine üle ühe (incl.) mullast lahti lõikamata või mullaga katmata umbrohu.

Rahuldav — 10 m² esineb 1...2 (incl.) mullast lahti lõikamata või mullaga katmata umbrohtu.

Mitterahuldav — 10 m² esineb üle kahe mullast lahti lõikamata või mullaga katmata umbrohu.

6. Harimisvead. Harimisvigade all mõistetakse vahelejätmissi ning lohakalt haritud põlluosi, tee- ja kraaviääri, postide, kivihunnikute, põhuaunade jms ümbrust. Hinnatakse silma järgi.

Hea — põllul ei esine harimisel vahelejäänud ribasid; põlluotsad, tee- ja kraaviääred, postide, kivihunnikute, põhuaunade jms ümbrus korralikult haritud.

Rahuldav — 1) põllul esineb üksikuid harimisel vahelejäänud ribasid; 2) põlluotste, tee- ja kraaviäärite, postide, kivihunnikute, põhuaunade jms ümbruse harimisel esineb üksikuid vigu.

Mitterahuldav — 1) põllul esineb arvukalt harimisel vahelejäänud ribasid; 2) põlluotste, tee- ja kraaviäärite, postide, kivihunnikute, põhuaunade jms ümbruse harimisel esineb arvukalt vigu.

Kõik hinded märgitakse vabas vormis märkmikku ja neist arvutatakse keskmised. Külvieelse mullaharimise koondhinne antakse keskmiste hinnete alusel (tabel 27).

2.2.1.1.4. Üksiktöödena (liht- või liitagregaadis) sooritatavad mullaharimistööd ja nende kvaliteedi hindamine

Planeerimine-tasandamine

Põldude mikroreljeefi ebatasasus on praegu üks olulisemaid puudusi, mida põhiliste mullaharimisvõtetega industriaalses maaviljeluses enamikul põldudel kõrvaldada ei ole võimalik. See pärast on vaja 3...4 aasta tagant põlde planeerida-tasandada pikabaasiliste planeerijatega (П-4, П-2,8 jt).

Planeerimiseks sobivaim koht külvikorras on kõigil muldade kesad. Kerge ja keskmise lõimisega muldi võib planeerida ja tasandada ka sügisel, raske lõimisega muldi vaid kevadel.

Planeerimise-tasandamise õnnestumine sõltub oluliselt mulla niiskusest. Lubamatu on liigniiskete keskmise ja raske lõimisega

muldade planeerimine, sest sellega kaasneb mulla struktuuri lõhkumine ja muldade tihenemine. Planeerida-tasandada tuleb optimaalse või sellele lähedase niiskuse juures. Pärast seda peab mullapind jääma võimalikult tasane, mullavallide ja kuhjatisteta ning harimisvigadeta.

Traktoristi töös hinnatakse järgmisi kvaliteedinäitajaid: 1) mullapinna tasasus; 2) töökäikudevaheliste mullavallide ja kuhjatiste esinemine; 3) harimisvead.

1. **Mullapinna tasasust** hinnatakse silma järgi või nõõri abil ning arvutatakse tasasuse tegur T %. Hinnatakse vaid töökäikudevahelist ala; töökäikude vahekohtadesse tekkinud valle ja kuhjatist hinnatakse eraldi.

Hea — mullapind tasane või üksikute väikeste ebatasasustega, T % alla 3.

Rahuldav — mullapinnal esineb mõõdukalt ebatasasusi; T % 3...6.

Mitterahuldav — mullapind ebatasane, T % üle 6.

2. **Töökäikudevaheliste mullavallide ja kuhjatiste esinemine.** Planeerimine õnnestub seda paremini, mida kitsamad ja madalamad on töökäikudevahelised mullavallid ja kuhjatistid. Hinnatakse mõõtepulga abil.

Hea — töökäikudevahelised mullavallid ja kuhjatistid puuduvad või esineb vaid kuni 15 cm kõrgusi valle ning kohati üksikuid suuremaid mullavalle ja kuhjatistid.

Rahuldav — 1) üle 15 cm kõrgusi valle esineb vähem kui poole põllu ulatuses; 2) suuremaid mullakuhjatistid esineb vähem kui poole põllu ulatuses.

Mitterahuldav — 1) üle 15 cm kõrgusi valle esineb enam kui poole põllu ulatuses; 2) suuremaid mullakuhjatistid esineb enam kui poole põllu ulatuses.

3. **Harimisvead.** Harimisvigade all mõistetakse vahelejätmissi ning lohakalt planeeritud-tasandatud põlluotsi, tee- ja kraaviääri, postide, kivihunnikute, põhuaunade jms ümbrust. Hinnatakse silma järgi.

Hea — põllul ei esine planeerimisel vahelejäänud ribasid; põlluotsad, tee- ja kraaviääred, postide, kivihunnikute, põhuaunade jms ümbrus korralikult tasandatud.

Rahuldav — 1) põllul esineb üksikuid planeerimisel vahelejäänud ribasid; 2) põlluotste, tee- ja kraaviäärite, postide, kivihunnikute, põhuaunade jms ümbruse planeerimisel esineb üksikuid vigu.

Mitterahuldav — 1) põllul esineb arvukalt planeerimisel vahelejäänud ribasid; 2) põlluotste, tee- ja kraaviäärite, postide,

kivihunnikute, põhuaunade jms ümbruse planeerimisel esineb arvukalt vigu.

Hinded märgitakse vabas vormis märkmikku ning arvutatakse keskmised. Nende alusel antakse traktoristi tööle koondhinne (tabel 28).

Libistamine

Libistamise peamine ülesanne on mullapinna tasandamine, kuid sellega kaasneb ka õhukese pindmise mullakihi mõningane murendamine, kobestamine ja segamine, mille tagajärjel väheneb vee aurumine mullast ning paranevad tingimused umbrohu seemnete idanemiseks.

Libistit võib omaette mullaharimisriistana kasutada sügis- ja kevadjärgsel harimisel, samuti kevadel kerge ja keskmise löimisega muldade harimisel (paremaid tulemusi annab siiski libisti + äket kasutamine). Rasketel muldadel (kleepumise ja mulla struktuuri lõhkumise oht) tuleb libisti tingimata agregaatida äketega ning hoiduda liigniiske mulla libistamisest.

Meie olude jaoks sobivaid libistimarke ei toodeta. Seetõttu valmistatakse libistid majandites. Vastavalt mulla löimisele ja libisti otstarbele peab majandis olema erineva ehituse ja raskusega libisteid.

Traktoristide tööd hinnatakse järgmiste kvaliteedinäitajate alusel: 1) mullapinna tasasus; 2) pindmise mullakihi (0...5 cm) murenemine ja kobedus; 3) töökäikudevaheliste mullavallide esinemine; 4) harimisvead.

1. Mullapinna tasasust hinnatakse silma järgi põhimõtteliselt nii nagu planeerimisel-tasandamiseltgi.

Hea — mullapind tasane või üksikute väikeste ebatasasustega; T % alla 5.

Rahuldav — mullapinnal esineb mõõdukalt ebatasasusi; T % 5...10.

Mitterahuldav — mullapind ebatasane; T % üle 10.

2. Pindmise mullakihi (0...5 cm) murenemine ja kobedus. Pärast libistamist peab pindmine õhuke mullakiht olema hästi murenenud ja kobe. Hinnatakse silma järgi.

Hea — mullapinna 1 m² l esineb kuni 5 mullapanka ja muld on ühtlaselt kobe.

Rahuldav — 1) mullapinna 1 m² l esineb 6...10 mullapanka; 2) muld kohati ebaühtlase kobedusega.

Mitterahuldav — 1) mullapinna 1 m² l esineb üle 10 mullapanka; 2) muld ebaühtlase kobedusega.

3. Töökäikudevaheliste mullavallide esinemine. Libistamine õnnestub seda paremini, mida väiksemad on töökäikudevahelised mullavallid. Hinnatakse silma järgi, abivahendiks mõõte pulk.

Hea — töökäikudevahelised mullavallid puuduvad või esineb kuni 5 cm kõrgusi valle.

Rahuldav — üle 5 cm kõrgusi mullavalle esineb vähem kui poole põllu ulatuses.

Mitterahuldav — üle 5 cm kõrgusi mullavalle esineb enam kui poole põllu ulatuses.

4. Harimisvead. Harimisvigu hinnatakse silma järgi nagu planeerimiseltgi.

Hea — põllul ei esine libistamisel vahelejäädud ribasid; põlluotsad, tee- ja kraaviääred, postide, kivihunnikute, põhuaunade jms ümbrus korralikult tasandatud.

Rahuldav — 1) põllul esineb üksikuid libistamisel vahelejäädud ribasid; 2) põlluotste, tee- ja kraaviäärite, postide, kivihunnikute, põhuaunade jms ümbruse libistamisel esineb üksikuid vigu.

Mitterahuldav — 1) põllul esineb arvukalt libistamisel vahelejäädud ribasid; 2) põlluotste, tee- ja kraaviäärite, postide, kivihunnikute, põhuaunade jms ümbruse libistamisel arvukalt vigu.

Hinded märgitakse vabas vormis märkmikku ning arvutatakse keskmised. Nende alusel antakse traktoristi tööle koondhinne (tabel 29).

Äestamine

Äestamise ülesanded on järgmised: külvieelsel mullaharimisel pindmise haritava mullakihi murendamine, kobestamine ja tasandamine veevarude säilitamiseks ja aeratsiooni parandamiseks ning soodsate idanemis- ja kasvutingimuste loomine kasvatavatele kultuuridele, väetiste segamine mullaga; kasvuaegsel mullaharimisel mullakooriku purustamine, pindmise (0...4 cm) mullakihi murendamine, kobestamine veevarude säilitamiseks ja aeratsiooni parandamiseks ning peamiselt lühiealiste umbrohtude tõrje.

Kylvieelse mullaharimise riistana kasutatakse äket tavaliselt kultivaatori, libisti või randaali järel, nn ühendagregaadina, mille töö kvaliteedi hindamist käsitleti eespool. Seetõttu antakse siin kultuuride kasvuaegse äestamise kvaliteedi hindamise alused.

Kasvuajal äestatakse kultuure enamasti võrkäketega, millel peaksid olema kolmesugused pulgad: terava, tõmbi ja lapiku otsaga. Rasketel muldadel ja mullakooriku purustamiseks sobivad hästi teravaotsalised pulgad, kuid umbrohtude paremaks hävitamiseks peaks agregaadis olema ka lapikuotsaliste pulkadega äke. Mullakooriku purustamiseks ja kultuuride kasvuaegseks äestamiseks rasketel muldadel võib kasutada kergeid siksak-äkkeid.

Teraviljade, juurviljade, kartuli, maisi jt kultuuride kasvuaegse äestamise järel peab mullakoorik olema purustatud, pindmine

mullakiht hästi murendatud-kobestatud ja lühiealised umbrohud võimalikult suures ulatuses hävitatud.

Kasvuaegse äestamise optimaalne aeg sõltub peamiselt kasvatatavast kultuurist, kultuuri ja umbrohtude arengufaasist ja mulla niiskusest. Optimaalsest ajast kõrvalekaldumine võib kasvuaegsel äestamisel põhjustada märgatavalt suuremat kahju kui teiste mullaharimisvõtete korral.

Taliterviljade oraseid tuleb äestada kevadel, kui taimed on võrsumise järgus ja muld parasniiske ning mureneb hästi. Suviteravilju võib äestada kaks korda: esimest korda enne tärkamist ja teist korda 3...4 lehe järgus. Tavaliselt laiarealises külvis külvatud juurvilju võib samuti äestada kaks korda: esimest korda enne tärkamist ja teist korda esimese pärislehepaari faasis (nn harvendusäestamine). Maisi äestatakse esimest korda enne tärkamist, teist korda esimeste lehtede järgus.

Et vähem vigastada kultuurtaimi, tuleb äestada risti või diagonaalselt külviridadega.

Traktoristi tööd hinnatakse järgmiste kvaliteedinäitajate alusel: 1) äestamise suund; 2) äestamissügavuse vastavus kultuurile ja kultuuri seemnete või taimede väljakiskumine mullast; 3) mullakooriku purustamine; 4) haritava mullakihi murenemine ja kobedus; 5) umbrohtude hävitamine; 6) harimisvead.

Sõltuvalt äestamise eesmärgist võib mõne kvaliteedinäitaja hindamine ära jääda. Näiteks vahetult teraviljakülvile järgneva äestamise korral, mille eesmärgiks on vaid mullakooriku purustamine ja pindmise mullakihi murendamine ning kobestamine, ei hinnata äestamise suunda ja umbrohtude hävitamist. Juurviljade harvendusäestamisel ei hinnata mullast välja kistud taimede hulka jne.

1. Äestamise suund peab olema risti või diagonaalne külviridadega. Hinnatakse silma järgi.

Hea — äestamise suund risti või diagonaalne kultuuri külviridadega.

Rahuldav — äestamise suund enamiku põllu ulatuses risti või diagonaalne külviridadega.

Mitterahuldav — äestamise suund ei ole risti ega diagonaalne külviridadega.

2. Äestamissügavuse vastavus kultuurile ja kultuuri seemnete või taimede väljakiskumine mullast. Suviteravilju ja juurvilju äestatakse enne tärkamist 1...2 cm sügavuselt. Sügavama äestamise korral vigastatakse idandeid ja palju neist rebitakse mullast välja. Taliteraviljade kevadisel ja suviteraviljade 3...4 pärislehefaasis äestamisel ning juurviljade harvendusäestamisel võib sügavus olla 2...3 cm. Kartulit ja maisi võib äestada 3...4 cm

sügavuselt, kuid seejuures tuleb jälgida, et äkkepulgad ei kisuks kartulimugulaid ja maisiseemneid pinnale.

Hinnatakse peamiselt silma järgi, harimissügavust mõõdetakse mõõtepulgaga.

Hea — äestamissügavus vastab ettenähtule ning seemnete ja taimede mullast väljarebimist ei esine või esineb 1 m² kohta 1...2 (incl.) mullast välja kistud seemet või taime.

Rahuldav — 1) äestamissügavus erineb ettenähtust kuni 1/5 (incl.) mõõtmistest; 2) 1 m² kohta esineb 3...4 (incl.) mullast välja kistud seemet või taime.

Mitterahuldav — 1) äestamissügavus erineb ettenähtust 1/5...2/5 (incl.) mõõtmistest; 2) 1 m² kohta esineb rohkem kui 4 mullast välja kistud seemet või taime.

3. Mullakooriku purustamine. Optimaalse murenemisniiskuse juures äestamisel puruneb mullakoorik hästi kuni rahuldavalt. Seda tuleb nii kultuuride äestamisel kui ka külvijärel tekkinud mullakooriku puruksäestamisel silmas pidada.

Kogemused näitavad, et raske lõimisega muldadel võib vahetult kultuuride külvile järgnenud vihmade korral tekkida nii tugev koorik, mida kuivamise korral ei ole võimalik isegi keskmise raskusega äketega purustada. Sel juhul aitab hästi piikrull. Teravilja- ja maisipõldudel võib isegi kultiveerida-äestada.

Mullakooriku purustamist hinnatakse visuaalselt 1-m² määramislappidel. Mullakoorik tunnistatakse purustatuks, kui see on kogu paksuses murendatud ja aluskihist lahti.

Hea — mullakoorik kogu pinnal või vähemalt 4/5 (incl.) pinnast purustatud.

Rahuldav — mullakoorik 4/5...3/5 (incl.) pinnast purustatud.

Mitterahuldav — mullakoorik vähem kui 3/5 pinnast purustatud.

4. Haritava mullakihi murenemine ja kobedus. Äestamise järel peab muld harimissügavuseni olema hästi murendatud ja kobe. Murendamist hinnatakse pankade ($\varnothing > 5$ cm) arvu, kobedust mulla ühtlase, harimissügavusele vastava vajumise järgi jalgade all.

Hea — mullapinna 1 m²l kuni 5 panka ja muld harimissügavuseni ühtlaselt kobe.

Rahuldav — 1) mullapinna 1 m²l 6...10 panka; 2) muld harimissügavuseni kohati ebaühtlaselt kobe.

Mitterahuldav — 1) mullapinna 1 m²l üle 10 panga; 2) muld harimissügavuseni ebaühtlaselt kobe.

5. Umbrohtude hävitamine kui kasvuaegse äestamise üks põ-

hiülesandeid on ka kvaliteedi hindamisel üks tähtsamaid kriteeriume.

Äestamisega hävitatakse peamiselt lühiealisi seemnetest tärkanud umbrohte. Kõige paremini õnnestub see siis, kui umbrohud on tärkamas või idulehe faasis. Seda tuleb äestamisel kultuuride arengufaasi kõrval silmas pidada.

Hinnatakse silma järgi 1 m² kasvama jäänud (mullast lahti rebimata) umbrohutaimede arvu järgi.

Hea — 1 m² on kasvama jäänud kuni 10 umbrohutaimet (incl.).

Rahuldav — 1 m² on kasvama jäänud 11 ... 20 umbrohutaimet.

Mitterahuldav — 1 m² on kasvama jäänud üle 20 umbrohutaimet.

6. Harimisvead. Harimisvigu hinnatakse silma järgi.

Hea — põllul ei esine äestamisel vahelejäädud ribasid, põlluotsad, tee- ja kraaviääred, postide, kivihunnikute, põhuaunade jms ümbrus nõuetekohaselt äestatud.

Rahuldav — 1) põllul esineb üksikuid äestamisel vahelejäädud ribasid; 2) põlluotste, tee- ja kraaviäärite, postide, kivihunnikute, põhuaunade jms ümbruse äestamisel esineb üksikuid vigu.

Mitterahuldav — 1) põllul esineb arvukalt äestamisel vahelejäädud ribasid; 2) põlluotste, tee- ja kraaviäärite, postide, kivihunnikute, põhuaunade jms ümbruse äestamisel esineb arvukalt vigu.

Hinded märgitakse vabas vormis märkmikku ning arvutatakse keskmised. Nende alusel antakse traktoristi tööle koondhinne (tabel 30).

Rullimine

Soodsate tingimuste loomiseks kultuurtaimedele ei piisa alati mulla kobestamisest; seda tuleb ka tihendada, milleks kasutatakse mitmesuguse raskuse ja tööpinnaga rulle.

Rulli tihendav mõju sõltub rulli erisurve ja liikumiskiirusest. Erisurve (kg rulli pikkuse 1 cm kohta) oleneb rulli massist, pikkusest ja läbimõõdust. Rulli erisurve tuleb valida vastavalt mulla lõimisele, kobedusele ja niiskusele. Mida kuivem ja sügavamalt kobestatud on muld, seda raskem peab olema rull.

Külvieelse või -järgse rullimise ülesanne on kobeda pindmise mullakihi tihendamine, mullapankade purustamine või muldavajutamine, koristamata kivide osaline või täielik muldavajutamine ja mulla tasandamine.

Rõngas-, eriti aga piikrulli kasutatakse ka pärast külvi mulla kooriku purustamiseks ja silerulli varakevadel selleks, et mulla vahelduva sulamise ja külmumise tagajärjel üleskerkinud taimede juured uuesti mulda vajutada.

Kõige olulisem on siiski pindmise (0 ... 10 cm) mullakihi tihendamine, mis

1) vähendab esmajoones suure läbimõõduga mittekapillaarsete pooride hulka ja seega ka difusioonist tingitud auramist muldast;

2) suurendab kapillaarset poorsust ja parandab seega ka niiskuse kapillaartõusu alumistest kihtidest pindmisesse. Nii suureneb omakorda kapillaarne auramine, mille vähendamiseks peab rullimisele järgnema õhuke kobestamine kergete äketega;

3) parandab kontakti külvatud seemnete ja mullaosakeste vahel, millega soodustatakse seemnete idanemist;

4) parandab kontakti väetiste ja mullaosakeste vahel, soodustades sellega toitainete omastamist muldast;

5) loob mulla pindmises kihis optimaalsele lähedase lasuvustiheuse.

Külvieelse või -järgse rullimise vajadus ja aeg sõltub eelkõige mulla lõimisest ja niiskusest. Eriti tähtis on kuivade ja sügavalt kobestatud muldade rullimine. Kerge lõimisega muldade rullimine on peaaegu alati vajalik ja õige raskusega rulli kasutamisel ka tõhus. Keskmise ja raske lõimisega muldi tuleb rullida vaid siis, kui neid on tarvis tihendada. Rullimine on vajalik enamasti normaalse niiskuse, samuti kuiva kevade korral ning siis, kui harimis- ja külvitöödega hilinetakse või rikutakse muid agrotehnika nõudeid (kevadkünn jt).

Külvieelse või -järgse rullimise tulemusena peab mulla pindmine (0 ... 10 cm) kiht olema vajalikult tihenenud, enamik mullapanku murendatud, terveks jäänud mullapangad ja kivid osaliselt või täielikult mulda vajutatud ning põld tasane ja harimisvigadeta.

Traktoristi tööd külvieelsel või -järgsel rullimisel hinnatakse järgmiste kvaliteedinäitajate alusel: 1) pindmise (0 ... 10 cm) mullakihi tihendamine; 2) mullapankade murendamine; 3) kivide ja terveks jäänud mullapankade muldavajutamine; 4) mulla tasandamine; 5) harimisvead.

1. Pindmise (0 ... 10 cm) mullakihi tihendamine. Rullimise põhiülesanne on täidetud vaid siis, kui pindmine mullakiht on vajalikul määral tihendatud (kokku vajutatud). Selle nõude vastu kahjuks üsna sageli eksitakse. Katsed ja kogemused on näidanud, et näiteks lisaraskustega koormamata rõngas-rihvrulliga sügavalt kobestatud ja kuiva mulla rullimine on tühi töö: kulutatakse küll vahendeid, kuid tulemusi ei ole.

Külvieelse mullaharimise järel on haritud mullakihi lasuvustiheus mulla omadustest sõltuvalt keskmiselt 0,8 ... 1,0 g/cm³.

Rullimine peab mulla pindmise (0...10 cm) kihi lasuvustihedust suurendama vähemalt 0,2...0,25 g/cm³ võrra. Mulla tiheduse kiireks hindamiseks puuduvad praegu vajalikud vahendid ja võimalused. Järelikult tuleb seda hinnata mulla kokkusurumise ulatuse (cm) või silma järgi pindmise kihi vajumise (kobeduse) järgi jalgade all. Et rullimise mõju ulatub tavaliselt kuni 15 cm sügavuseni, peaks rullimise järel muld vajuma vähemalt 2...3 cm. Seda tuleks kontrollida ja hinnata juba rullimise algul, et vajadusel korraldada rulli erisurvet suurendada.

Hinnatakse silma järgi, abivahendiks mõõtepulk.

Hea — pindmine (0...10 cm) mullakiht vajalikul määral ja ühtlaselt tihenenud (muld on vajunud vähemalt 2...3 cm võrra).

Rahuldav — pindmine (0...10 cm) mullakiht rahuldavalt ja enam-vähem ühtlaselt tihenenud (muld on vajunud vähemalt 1,5...2 cm võrra).

Mitterahuldav — pindmine (0...10 cm) mullakiht ebapiisavalt tihenenud (muld on vajunud vähem kui 1,5 cm).

Esitatud hindamismetoodika sobib hästi kerge ja keskmise löimisega muldadel. Raske löimisega muldadel on mulla tihendamise mõnevõrra vähem tähtis. Seda tuleb hindamisel arvestada.

2. Mullapankade murenemise täielikkus oleneb mulla löimisest, niiskusesisaldusest ning rulli tööpinnast (sile, ebatasane jne), erisurve ja liikumiskiirusest.

Mida raskem ja liigendatuma pinnaga on rull ning mida suurem on tema liikumiskiirus, seda paremini purunevad pangad. Liiga kiirel liikumisel kuiv muld tolmustub tugevasti, seepärast tuleb sobiv liikumiskiirus valida juba rullimise algul. Hinnatakse silma järgi.

Hea — 1 m² kuni 5 pinnal paiknevat või mulda vajutatud panka.

Rahuldav — 1 m² 6...10 (incl.) pinnal paiknevat või mulda vajutatud panka.

Mitterahuldav — 1 m² enam kui 10 pinnal paiknevat või mulda vajutatud panka.

3. Kivide ja terveks jäänud mullapankade muldavajutamine. Rullimise järel peaksid väikesed (läbimõõt alla 8 cm) koristamata jäänud kivid ja murendamata mullapangad olema võimalikult täielikult mulda vajutatud. See sõltub peamiselt rulli raskusest ja tööpinna ehitusest.

Hea — 1 m² kuni 3 mulda vajutamata või puudulikult mulda vajutatud kivi (läbimõõt alla 8 cm) või mullapanka.

Rahuldav — 1 m² 3...5 (incl.) mulda vajutamata või puudulikult mulda vajutatud kivi (läbimõõt alla 8 cm) või mullapanka.

Mitterahuldav — 1 m² üle 5 mulda vajutamata kivi (läbimõõt alla 8 cm) või mullapanga.

4. Mulla tasasus. Rullimise järel peab mulla pealispinna mikroreljeef olema ühtlaselt tasane. Tasasust hinnatakse nagu planeerimisel-tasandamiselgi (vt. lk. 313).

5. Harimisvigade all mõistetakse neidsamu vigu mis teistegi mullaharimisvõtete korral. Hinnatakse silma järgi.

Hea — põllul ei ole rullimisel vahelejäänud ribasid; põlluotad, tee- ja kraaviääred, postide, kivihunnikute, põhuaunade jms ümbrus on korralikult rullitud.

Rahuldav — 1) põllul on üksikuid rullimisel vahelejäänud ribasid; 2) põlluotste, tee- ja kraaviäärtel, postide, kivihunnikute, põhuaunade jms ümbruse rullimisel esineb üksikuid vigu.

Mitterahuldav — 1) põllul on arvukalt rullimisel vahelejäänud ribasid; 2) põlluotste, tee- ja kraaviäärtel, postide, kivihunnikute, põhuaunade jms ümbruse rullimisel arvukalt vigu.

Hinded märgitakse vabas vormis märkmikku ning arvutatakse keskmised. Nende alusel antakse traktoristi tööle koondhinne (tabel 31).

2.1.1.5. Kartuli kasvuaegse mullaharimise kvaliteedi hindamine

Kartuli vaheltharimise-äestamise kvaliteedi hindamine

Muldade tallamise ja harimiskulude vähendamiseks tuleb kartulit vaheltharida ja äestada enne pealsete 7...10 cm kõrguseks kasvamist ühendagregaadiga. Sellest on lähtunud ka kartuli kvaliteedi hindamise aluste koostamisel. Eraldi käsitletakse viimase vaheltharimise-muldamise kvaliteedi hindamist.

Kartulit vaheltharitakse mitut tüüpi vaheltharimiskultivaatoriga, millest osal on erineva konstruktsiooniga tööorganid.

Vaheltharimise-äestamise ülesanne on kartulivagude ja vao-vahede pindmise (4...6 cm) mullakihi murendamine ja kobestamine ning umbrohtude hävitamine.

Nagu autori korraldatud uurimused on näidanud, sõltub kartuli vaheltharimise-äestamise kordade arv peamiselt kahest tegurist: 1) umbrohtumuse astmest ja iseloomust ning 2) muldade tihendamise kiirusest vegetatsiooniperioodil ja tasakaalulisest lasuvustihedusest.

Aeglaselt tihenevatel, suhteliselt suure huumusesisalduse ja veekindla struktuuriga muldadel võib vähese umbrohtumuse või herbitsiidide kasutamise korral piirduda kahe-kolmekordse vaheltharimise-äestamisega (viimane vaheltharimine-muldamine tehakse äketeta). Kiiresti tihenevatel ja suure tasa-

kaalulise lasuvustihedusega muldadel ei piisa isegi vähese umbrohtumuse või herbitsiidide kasutamise korral sageli kolmekordsest vaheltharimisest (kahekordsest äestamisest); nende muldade kobestamiseks-õhustamiseks on enamasti vajalik nelja viiekordne vaheltharimine-äestamine.

Vaheltharimise-äestamise ajad valitakse sõltuvalt umbrohtude esinemisest ja arengufaasist, mullastikust (eelkõige tihenemise kiirusest ja pindmise kihi paakuvusest) ning ilmastikust. Umbrohtutõrje seisukohalt on kõige olulisem esimene vaheltharimine-äestamine ajal, millal esimesed lühiealised umbrohud hakkavad tärkama (mullas on aga juba hulgaliselt 2...3 cm pikkusi umbrohudaid), s. o. keskmiselt 7...12 päeva pärast kartuli maha panekut.

Töö kvaliteet vaheltharimisel-äestamisel sõltub oluliselt vaheltharimiskultivaatorite ja äkete konstruktsioonist, eriti nende tööorganite ehitusest ning tehnilisest korrasolekust.

Vaheltharimiskultivaatorite järele agregaaditakse kõige sagedamini võrkäkkeid, mis kopeerivad hästi pinnareljeefi. Kasutatakse ka kergeid siksakäkkeid ja libistitaolisi tööorganeid, mis hävitavad hästi vaoharjadel kasvavaid umbrohte. Kõige paremini kopeerivad pinnareljeefi ja hävitavad lühiealisi umbrohte kettäkked. Et need äkked kobestavad mulda halvasti, siis sobivad nad vaid kerge lõimisega ja aeglaselt tihenevatel muldadel töötamiseks. Kõige paremini kobestavad mulda rootoräkked.

Vaheltharimise-äestamise järel (enne vaheltharimise-äestamist) peavad kartulivaod (vaoharjad, vaoküljed) ja vaopõhi olema 4...6 cm sügavuselt kobestatud, kartulimugulad kaetud kerge lõimisega mullal 6...7 cm, keskmise lõimisega mullal 5...6 cm ja raske lõimisega mullal 4...5 cm paksuse kobeda mullakihi ja umbrohud hävitatud.

Traktoristi tööd hinnatakse järgmiste kvaliteedinäitajate järgi: 1) vaheltharimise-äestamise sügavus ja ühtlikkus; 2) mulla murendamine; 3) umbrohtude hävitamine; 4) mugulate paiknemine mullas; 5) harimisvead.

1. Vaheltharimise-äestamise sügavus ja ühtlikkus. Vaheltharimise-äestamise järel peavad vaoharjad, -küljed ja -põhi olema 4...6 cm sügavuselt ühtlaselt kobestatud ja kartulimugulad lõimisest sõltuvalt 4...7 cm paksuse kobeda mullakihi kaetud. Selleks peab vaheltharimiskorpuste töösügavus tagama mulla vaoharjadele ja -külgedele tõstmise niisugusel määral, et kartulimugulad oleksid pärast äkete (või ka libisti) tööd kaetud 4...7 cm paksuse kobeda mullakihi. Sellise tühedusega kobe mullakihi on kartuli idanemiseks-tärkamiseks kõige soodsam.

Kobeda kihi tühedust mõõdetakse mõõtekeppiga.

Hea — vaheltharimise-äestamise sügavus ja kobestatud mullakihi tühedus vastab ettenähtule või erineb sellest kuni 1/5 (incl.) mõõtmistest.

Rahuldav — vaheltharimise-äestamise sügavus ja kobestatud mullakihi tühedus erineb ettenähtust 1/5...2/5 (incl.) mõõtmistest.

Mitterahuldav — vaheltharimise-äestamise sügavus ja kobestatud mullakihi tühedus erineb ettenähtust kuni 2/5 mõõtmistest.

2. Mulla murendamine. Vaheltharimise-äestamise järel peab muld vaoharjadel, -külgedel ja -põhjadega olema võimalikult hästi murendatud.

Hinnatakse silma järgi pankade arvu alusel 1 m²l (60-cm reavahe korral jooksva vao 1,66 m-l ja 70-cm reavahe korral jooksva vao 1,43 meetril).

Hea — 1 m²l on kuni 5 panka.

Rahuldav — 1 m²l on 6...10 panka.

Mitterahuldav — 1 m²l on üle 10 panga.

3. Umbrohtude hävitamine. Vaheltharimine-äestamine peab hävitama lühiealised ja läbi lõikama või mullapinnale kiskuma pikaealised umbrohud.

Silma järgi hinnatakse lühiealiste umbrohtude hävitamise ulatust vaoharjadel ja kõigi umbrohtude hävitamise läbilõikamisega ja pinnalekiskumise ulatust vaokülgedel ja -põhjadega pinnalõikamise kohta.

Hea — 1 m²l ei ole üle 5 kasvama jäänud umbrohtu.

Rahuldav — 1 m²l on 6...10 umbrohtu.

Mitterahuldav — 1 m²l on üle 10 umbrohtu.

4. Mugulate paiknemine mullas. Vaheltharimise-äestamisega ei tohi kartulimugulaid mullast paljaks ajada, välja kiskuda ega kartulipesi paigalt nihutada. Kui kartul on korralikult maha pandud, peaksid mugulad vaheltharimise-äestamise järel paiknema sealsamas, kuhu nad mahapanekul sattusid.

Hinnatakse silma järgi vao 100 jooksva meetri kohta.

Hea — mullast osaliselt paljaks aetud ja välja kistud mugulaid vähem kui 4 ning harimisega paigalt nihutatud pesi kuni 2.

Rahuldav — 1) mullast osaliselt paljaks aetud ja välja kistud mugulaid 4...6; 2) esineb 2...3 harimisega paigalt nihutatud pesa.

Mitterahuldav — 1) mullast osaliselt paljaks aetud ja välja kistud mugulaid üle 6; 2) esineb üle 3 harimisega paigalt nihutatud pesa.

6. Harimisvead. Kartuli vaheltharimise-äestamise vigade all mõistetakse vahelejätmisi ning põllutõrjete, tee- ja kraaviäärte

ning postide, kiviunnikute jt takistuste ümbruse harimata jätmist või halvasti harimist. Hinnatakse silma järgi.

Hea — põllul ei ole harimisel vahelejäänud vagusid; põlluotad, tee- ja kraaviääred ning postide, kiviunnikute jt takistuste ümbrus nõuetekohaselt haritud.

Rahuldav — põllul ei ole harimisel vahelejäänud vagusid, kuid põlluotste, tee- ja kraaviäärite ning postide, kiviunnikute jt takistuste ümbruse harimisel esineb üksikuid vigu.

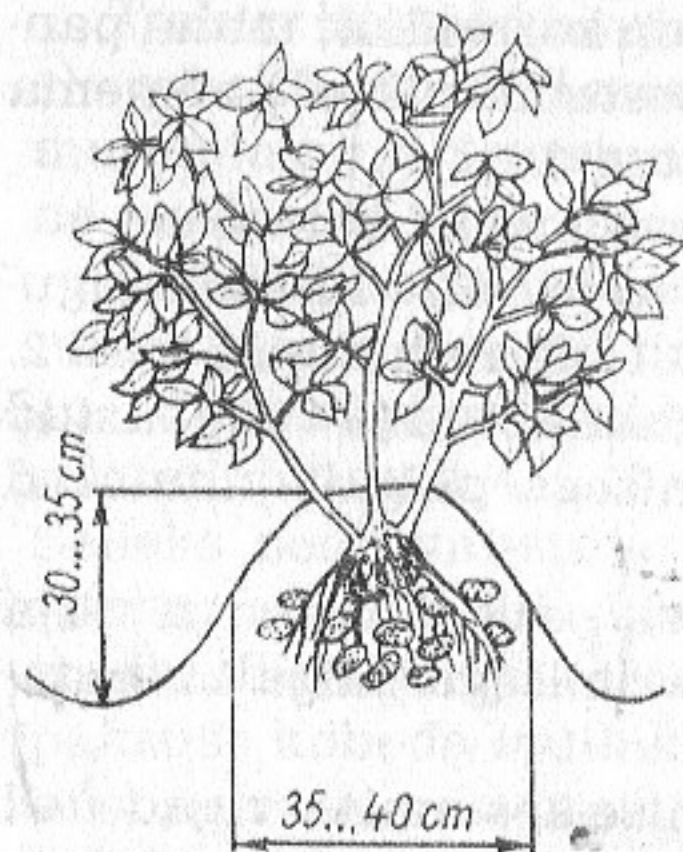
Mitterahuldav — 1) põllul on harimisel vahelejäänud vagusid; 2) põlluotste, tee- ja kraaviäärite ning postide, kiviunnikute jt takistuste ümbruse harimisel arvukalt vigu.

Hinded märgitakse vabas vormis märkmikku ning arvutatakse keskmised. Nende alusel antakse traktoristi tööle koondhinne (tabel 32).

Kartuli vaheltharimise-muldamise kvaliteedi hindamine

Kartulit vaheltharitakse-mullatakse 20...25 cm kõrguste pealsete järgus. Sellega antakse kartulivagudele vajalik kõrgus, kuju ja maht (joonis 61).

Suure kartulisaagi saamiseks on tarvis, et kartulivaod oleksid üsna mahukad, et seal oleks ruumi juurtemassile ja mugulatele. Üürimised on näidanud, et 1-kg kartulipesa moodustumiseks peab emamugulat pärast kartuli vaheltharimist-muldamist igas suunas ümbritsema 17...20-cm tusedune kobe (optimaalne lasuvustihedus alla 1,25 g/cm³) muld kogumahuga ligikaudu 9000 cm³ (joonis 63). Sellest peaks tahke faas moodustama ligikaudu 50 % ja õhu-ning veega täidetud poorid samuti 50 %. 70-cm reavahede korral peaksid vaod olema 30...35 cm kõrged ja pooles vao kõrguses 35...40 cm laiad. Sageli on aga vaod liiga madalad, teravad ja kitsad. Nagu eeltoodust selgub, on oluline, et kar-



Joonis 63. Optimaalse mahuga kartulivagu

tuli emamugul ei paikneks halvasti murendatud-kobestatud muldas. Selline olukord esineb madala sügiskünni (alla 25 cm) ja ebapiisava sügavusega mahapanekueelse mullaharimise korral.

Traktoristi tööd hinnatakse järgmiste kvaliteedinäitejate järgi: 1) vagude profiili vastavus ettenähtule; 2) vagude keskmise kõrguse ja laiuse vastavus ettenähtule.

1. Vagude profiili vastavus ettenähtule. Vaod peavad olema mahukad ja nende ristlõike profiil võimalikult sarnane poolringiga, mille keskpunktis paikneb emamugul.

Hea — vagude profiil vastab ettenähtule.

Rahuldav — vagude profiil vastab enam-vähem ettenähtule.

Mitterahuldav — vagude profiil erineb oluliselt ettenähtust, vaod teritunud või liiga lamedad.

2. Vagude keskmise kõrguse ja laiuse vastavus ettenähtule. Vaod peavad olema võimalikult ühesugused — 30...35 kõrgused ja pooles vao kõrguses vähemalt 35...40 cm laiused.

Hea — vaod 30...35 cm kõrgused ja pooles vao kõrguses 35...40 cm laiused.

Rahuldav — 1) vaod 22...29 cm kõrgused; 2) vagude laius poole vao kõrguses 27...34 cm.

Mitterahuldav — 1) vaod madalamad kui 22 cm; 2) vagude laius poole vao kõrguses alla 27 cm.

Koondhinde andmisel kasutatakse tabelit 33.

4.2.1.1.6. Juurviljade vaheltharimise kvaliteedi hindamine

Kui hooldustööd tehakse õigel ajal ja hästi, saadakse maksimaalne saak minimaalse käsitsitööga ja seega ka madala omahinnaga.

Vaheltharimise aeg valitakse umbrohtude arengu järgi, kusjuures arvestatakse ka haritava kultuuri agrotehnilisi nõudeid. Umbrohtusid hävitatakse ajal, mil pikaealiste umbrohtude võrsed ilmuvad mullapinnale ja umbrohuseemned on idanenud. Vaheltharimise sügavus ja viis valitakse taimede arenguastmest olenevalt. Esimestel vaheltharimistel (ka salkamisel), kui taimed on alles väikesed, ei tohi külviridadele sattuda mulda, sest see võib taimed lämmatada. Paakunud mullal võib juhtuda, et taimed või -salgad rebitakse aluspinnast lahti. Seepärast peavad esimestel harimistel olema vaheltharimiskultivaatoritel kaitsekettad. Hilisematel vaheltharimistel, kui taimed on juba suuremad, pole mulla sattumine ridadele enam ohtlik, vaid mõjub multšina isegi hästi. Ka on taimed siis juba paremini juurdunud ning pole karta nende lahtirebimist mullast. Seega peaks töö-

sügavus olema esimestel vaheltharimistel 2...4, hilisematel 6...8 cm.

Vaheltharimise järel peavad juurvilja reavahed olema korralikult läbi haritud, mullakuhjatisteta, umbrohud hävitatud, kultuurtaimed vigastamata ja mullast väljas ning põllul ei tohi esineda harimisvigu.

Kvaliteedinäitajad, mille järgi traktoristi tööd hinnatakse, on järgmised: 1) harimissügavus ja selle ühtlikkus; 2) umbrohtude läbilõikamine haritud ribadel; 3) mulla kuhjumine reavahedele; 4) kultuurtaimede ridade läbilõikamine, lahtirebimine ja mulla alla matmine; 5) harimata ribade laius; 6) harimisvead.

1. Harimissügavus ja selle ühtlikkus. Harimissügavus sõltub kultuurtaimede arengujärgust, umbrohtumise astmest ja iseloomust, mulla lõimisest ja niiskusest. Raske lõimisega niiskeid muldi ei tohi korraga sügavalt harida, sest siis tekivad mullapangad, mis võivad kultuurtaimi vigastada või enda alla matta.

Harimissügavust mõõdetakse mõõtepulgaga.

Hea — harimissügavus vastab ettenähtule või erineb sellest kuni 1/5 (incl.) mõõtmistest.

Rahuldav — harimissügavus erineb ettenähtust 1/5...2/5 (incl.) mõõtmistest.

Mitterahuldav — harimissügavus erineb ettenähtust enam kui 2/5 mõõtmistest.

2. Umbrohtude läbilõikamine haritud ribadel. Nii lühike kui ka pikaealised umbrohud peavad töödeldud ribal olema läbi lõigatud ja mulla aluskihist lahti lõigatud.

Hinnatakse silma järgi kasvama jäänud umbrohtude arvu alusel pinnaühikul.

Hea — 1 m² ei ole üle 3 umbrohtu.

Rahuldav — 1 m² on 3...5 umbrohtu.

Mitterahuldav — 1 m² on üle 6 umbrohtu.

3. Mulla kuhjumine reavahedele. Vaheltharimise järel peab muld reavahedele olema tasane, mullakuhjatisteta. Mulla ebatasasust ja kuhjumist reavahedele esineb siis, kui vaheltharimisega on hilinetud. Seda soodustab umbrohtude ülekasvamine ja liigniiske muld, mis põhjustab vaheltharimiskultivaatori tööorganite ummistumist ning mulla ja läbilõigatud umbrohtude kokkuvedamist. Seepärast tuleb reavaheid harida siis, kui muld on parajalt niiske ja enamik umbrohtu alles idulehtede või esimeste pärislehtede faasis.

Hinnatakse silma järgi.

Hea — muld reavahedele tasane, oluliste kuhjatisteta.

Rahuldav — kohati muld kuhjunud.

Mitterahuldav — mullakuhjatisi on arvukalt.

4. Kultuurtaimede ridade läbilõikamine, lahtirebimine ja mulla alla matmine. Harimisriistade tööorganid ei tohi kultuurtaimi vigastada, läbi lõigata, mullast lahti rebida ega mulla alla matta.

Hinnatakse silma järgi ja mõõtelindi abil.

Hea — kontrollridade 100 jooksva meetril läbilõigatud, lahtirebitud ja mulla alla mattunud kultuurtaimede rea kogupikkus ei ületa 1 m.

Rahuldav — kontrollridade 100 jooksva meetril läbilõigatud, lahtirebitud ja mulla alla mattunud kultuurtaimede rea kogupikkus 1...2 m.

Mitterahuldav — kontrollridade 100 jooksva meetril läbilõigatud, lahtirebitud ja mulla alla mattunud kultuurtaimede rea kogupikkus on üle 2 m.

5. Harimata ribade laius. Haritud reavahede vahele jäävad harimata ribad, millel kasvavad juurviljataimed. Harimata ribad peaksid olema võimalikult kitsad, sest siis on käsitsitöö vajadus väiksem ja toodangu omahind madalam.

Hinnatakse silma järgi ja mõõtelindi abil.

Hea — harimata ribade laius alla 15 cm.

Rahuldav — harimata ribade laius 15...20 cm.

Mitterahuldav — harimata ribade laius üle 20 cm.

6. Harimisvead. Juurviljade vaheltharimisel mõistetakse vigade all vahelejätmise, põlluotste, tee- ja kraaviäärte ning mitmesuguste takistuste ümbruse harimata jätmist või halvasti harimist.

Hinnatakse silma järgi.

Hea — põllul ei esine harimisel vahelejäänud reavaheid; põlluotsad, tee- ja kraaviääred ning takistuste ümbrus nõuetekohaselt haritud.

Rahuldav — põllul ei ole harimisel vahelejäänud reavaheid, kuid põlluotste, tee- ja kraaviäärte ning takistuste ümbruse harimisel esineb üksikuid vigu.

Mitterahuldav — 1) põllul esineb üksikuid harimisel vahelejäänud reavaheid; 2) põlluotste, tee- ja kraaviäärte ning takistuste ümbruse harimisel arvukalt vigu.

Hinded märgitakse vabas vormis märkmikku ning arvutatakse keskmised. Nende alusel antakse traktoristi tööle koondhinne (tabel 34).

2.3. Kultuuride külv ja selle kvaliteedi hindamine

Külvi kvaliteet mõjutab kultuuride kasvu, arengut ja saaki sageli isegi enam kui mullaharimine ning väetiste külv. See on ka mõistetav, sest lohaka külyiga võime varem tehtud korraliku töö (mullaharimine, väetamine jne) mõju saagile tublisti vähendada.

2.3.1. Tera- ja kaunviljade, heintaimede ning juurviljade külvi kvaliteedi hindamine

Olulist mõju külvi kvaliteedile avaldavad külvikud. Need võivad konstruktsiooni järgi liigitada lihtkülvikuteks ja põim-agregaatideks. Viimaste hulka kuuluvad «Valga-Juko-4000» jt millega peale seemnete ja väetiste külvamise saab enne külvi ka mulda harida. Põimagregaadid võimaldavad vähendada põldude tallamist ning töö- ja energiakulu, anda paiklikult väetisi ja kiirendada külvitöid. Külviviisi järgi jagunevad külvikud reaskülvikuteks (tavalise, kitsa ja laia reavahega) ning pesiti-, ruutpesiti-, üksiktera- ja hajukülvikuteks. Kõige enam on levinud reaskülvikud, kuid järjest suureneb täppiskülvikute, nn üksikteraviljakülvikute osakaal. Teraviljade hajukülvil kasutatakse ka autokülvikut KCA-3 jt. Otstarbe järgi võib külvikud jaotada teravilja- ja eri külvikuteks (juurvilja-, heinaseemne-, linakülvikud jt).

Reaskülvikute otsesed tööorganid on seemendeid, mis ohitusjärgi jagunevad sahkseemenditeks ja taldrik- e. ketasseemenditeks.

Külviviisidest on enam levinud reaskülv (tavalise, kitsa ja laia reavahega), ristikülv, viirkülv, pesitikülv ja laialt- e. hajukülv.

Teravilja külvamisel eelistatakse enamasti tavalist reavahet (13...15 cm), kuid järjest suureneb kitsarealise (7...8 cm) külv osakaal. Selle külv korral on taimede tihedus reas väiksem ja taimed jaotuvad pinnal ühtlasemalt, mistõttu konkurents ja allelopaatiline mõju taimede vahel vähenevad ning kitsastes reavahedes on vähem ruumi umbrohtudele.

Suurt mõju avaldab külvi kvaliteedile ja saagile külviaeg. Optimaalset valitud külviaeg näitab juhtide töö kõrget taset.

Hindamisel võrreldakse tegelikku külviaega agrotehniliselt optimaalse ajaga, millal oleks tulnud kultuur külvata.

Agrotehniliselt õige külviaeg on igal kultuuril erinev. Selle aja saabumine ja kestus sõltuvad mitmest tegurist, nagu mullast (eriti lõimisest) ja ilmastikust (sademed, temperatuur jt). Seetõttu tuleb külvaja valikul lähtuda kohalikest oludest. Katsed ja tootmis-kogemused on näidanud, et suviteraviljade, juurviljade ja heintaimede külv tuleb alustada esimesel võimalusel. Sobivaim külviaeg vältab enamasti 5...10 päeva.

Külvi kvaliteeti hinnatakse järgmiste kvaliteedinäitajate alusel: 1) ettenähtud külvisenormist kinnipidamine, seemendamise ühtlikkus ja ühtlane külv iga seemendi kaudu; 2) ettenähtud külvisügavusest kinnipidamine ja selle ühtlikkus; 3) reavahede ja puutereavahede laiuse ühtlikkus; 4) külviridade sirgus; 5) külvivead.

1. Ettenähtud külvisenormist kinnipidamine, seemendamise ühtlikkus ja ühtlane külv iga seemendi kaudu. Külvikut on tarvis enne külvi põhjalikult kontrollida ja reguleerida nii, et mõlemad masinapooled (kui masin on sellise konstruktsiooniga) külvaksid ühtlaselt ning et kõikidest seemenditest külvatud seemnekogused oleksid võrdsed.

Kultuurid annavad pinnaühikult suurima saagi siis, kui taimkate on optimaalse tihedusega. Madalakasvulisi kultuure külvatakse tihedamalt, kõrgemakasvulisi hõredamalt. Katsed on näidanud, et meil tuleb külvata tavalise ja kitsarealise külv korral otra ja kaera 550...600, suvinisu 600...650, rukist 550...600 ja talinisu 500...550 idanevat seemet ühele ruutmeetrile.

Et otsustada, mitu kilogrammi seemet tuleb hektarile külvata, on vaja teada seemnete puhtust ja idanevust. Kaaluline külvisenorm leitakse järgmiselt:

$$\text{külvisenorm (kg/ha)} = \frac{\text{idanevate seemnete arv 1 m}^2 \cdot 1000 \text{ seemne mass} \cdot 100}{\text{idanevuse \%} \cdot \text{puhtuse \%}}$$

Teiste kultuuride optimaalsed külvisenormid väljendatakse tavaliselt kilogrammides hektari kohta. Iga seemnepartii külvi eel tuleb külvik reguleerida ettenähtud külvisenormile. Seda peavad traktoristid ja agronoom tegema koos, et vältida võimalikku eksimist ning sellest tulenevaid vigu. Külvisenormi on vaja kontrollida ka põllul esimestel töökäikudel väljakülvatud seemnehulgas lähtudes. See arvutatakse valemiga

$$K_f = \frac{R \cdot 10\,000}{A \cdot B}, \text{ kus}$$

K_f – tegelik külvisenorm kg/ha;

R – kontrollkülviks külvimasinasse asetatud seemnete mass kg;

A – külvimasina töölaius (äärliste seemendite vahekaugus + ühe reavahe laius);

B – kontrollkülviki pikkus m.

Tulemustest olenevalt külviku väljakülviki suurendatakse või vähendatakse. Sellise kontrolli ja korrigeerimisega välditakse suuri vigu külvamisel.

Külvi järel hinnatakse külvisenormist kinnipidamist sel teel, et võrreldakse tegelikku külvisenormi agronoomiliselt põhjendatud külvisenormiga ning leitakse kõrvalekalde % ($D_{\%}$) valemiga

$$D_{\%} = \frac{K_f - K_a}{K_a} \cdot 100, \text{ kus}$$

$D_{\%}$ – kõrvalekalde ettenähtud külvisenormist;

K_f – tegelik külvisenorm kg/ha;

K_a – agronoomiliselt põhjendatud külvisenorm kg/ha.

Külvikupoolte ja üksikseemendite külvitiheduse hinnatakse pärast taimede täielikku tärkamist silma järgi või taimede arvu määramise teel pinnaühikul.

Oluline on hinnata ka seemenduse ühtlikkust külviridades. See sõltub peamiselt külvimasina tehnilisest seisukorrast, külvikiirusest ja põllu tasasusest ning kivisusest. Lubamatu on külvata suurema kiirusega, kui see on tehnilistes eeskirjades ette nähtud (enamasti on see praegu kasutusel olevatel masinatel 10...11 km/h). Külvikiiruse valikul tuleb tingimata arvestada ka põllu iseärasusi. Väiksema kiirusega tuleb külvata kivistel ja rähksetel muldadel, et hoida ära seemendite suurt hüplemist kividel, mille tagajärjel oluline osa külvatavast seemnest jääb mulla pinnale.

Hinnatakse järgmiselt.

Hea — tegelik külvisenorm (K_f) ei erine agronoomiliselt põhjendatud külvisenormist (K_a) üle 5 %; külvikupoolte ja üksikseemendite töös pole märgatavaid erinevusi; seemnete jaotumisel külviridades pole märgatavaid erinevusi.

Rahuldav — 1) tegelik külvisenorm (K_f) ei erine agronoomiliselt põhjendatud külvisenormist (K_a) üle 6...10 %; 2) külvikupoolte ja üksikseemendite töös esineb väikseid silmaga märgatavaid erinevusi; 3) seemnete jaotumisel külviridades esineb väikseid silmaga märgatavaid erinevusi.

Mitterahuldav — 1) tegelik külvisenorm (K_f) erineb agronoomiliselt põhjendatud külvisenormist (K_a) üle 10 %; 2) külvikupoolte ja üksikseemendite töös esineb suuri erinevusi; 3) seemnete jaotumine külviridades ebaühtlane.

2. Ettenähtud külvisügavusest kinnipidamine ja selle ühtlikkus. Külvisügavus on näitaja, millest kõige enam oleneb taimiku tihedus, ühtlikkus, taimede kasv ja areng. Optimaalne külvisügavus sõltub kultuurist, mullastikust, külvieagsest ilmastikust ja teguritest.

Sõltuvalt mulla lõimisest kõiguvad tähtsamate kultuuride optimaalsed külvisügavused järgmistes piirides: taliteraviljadel 2...4 cm, suviteraviljadel 2...5 cm, hernel 4...6 cm, maisil 5...7 cm, põldoal 6...7 cm, söödapeedil ja poolsuhkruppeedil 4...5 cm, linal 1,5...2 cm, söödakaalikal, naeril, söödakapsal, mesikal, lutsernil ja ristikul 1...2 cm.

Külvisügavust ja selle ühtlikkust hinnatakse tegeliku külvisügavuse kõrvalekaldumise järgi optimaalsest külvisügavusest külvialgust (see võimaldab külvisügavust korrigeerida ja suuri vigu vältida, mistõttu on esmajärgulise tähtsusega) ja peale külvikavala 10...20 cm pikkuse sisselõigetega puuriga, mille läbimõõt on 3...6 cm, nn Kalentjevi puuriga, või joonlauaga. Kalentjevi puuril peavad olema sisselõiked iga sentimeetri tagant, mis võimal-

dab võetud mullaproovi jaotada 1-cm osadeks ja määrata selles seemnete arv.

Külvisügavuse mõõtmiseks joonlauaga avatakse määramiskohal 4...5 seemendi külviread 10 cm pikkuselt. Määramiskohad ei tohi olla traktori ega külvimasina ratta jälje kohal.

Töö käigus saab külvisügavust määrata ka seemendite mullas paiknemise sügavuse järgi. Selleks peatatakse külvik ning tõmmatakse mullapinnal sahk- või ketasseemenditele kriidi või värvilise pliiatsiga jooned. Nende järgi külvisügavust mõõdetaksegi.

Hinnatakse järgmiselt.

Hea — külvisügavus vastab ettenähtule või erineb sellest üle 10 % kuni 1/5 (incl.) mõõtmistest.

Rahuldav — külvisügavus erineb ettenähtust üle 10 % 1/5...2/5 (incl.) mõõtmistest.

Mitterahuldav — külvisügavus erineb ettenähtust üle 10 % enam kui 2/5 mõõtmistest.

3. Reavahede ja puutereavahede laiuse ühtlikkus. Külviku tehnilise korrasoleku üks tunnuseid on, et seemendite ketaste või sahkade vahekaugused on võrdsed. Külviku esialgsele korrasolekule vaatamata tuleb reavahede ja puutereavahede laiust kontrollida ka töö käigus. Eriti oluline on see kivistel põldudel, kus seemendite ankrud painduvad väga tihti.

Reavahede ja puutereavahede laiust tuleb külvialal ja järel eriti täpselt kontrollida ja hinnata vaheltharitavate kultuuride korral, sest et ebaühtlane reavahede ja puutereavahede laius raskendab vaheltharimist ja teeb selle vahel isegi võimatuks. Pealegi on siis ka toitepinna jaotus taimede vahel ebavõrdne, eriti teraviljade ja teiste tavalise või kitsa reavahega külvatavate kultuuride ebaühtlaste laiustega reavahede korral.

Reavahelaiuse ühtlikkuse hindamisel lähtutakse tegelike reavahelaiuste kõrvalekaldumisest ettenähtud reavahelaiusest. Selleks mõõdetakse põllul diagonaalselt nii mitmes kohas, kui on ette nähtud, reavahed külvimasina ühe töökäigu laiuses. Samal ajal mõõdetakse ka puutereavahede laiust.

Hinnatakse järgmiselt.

Hea — reavahede laius vastab ettenähtule või erineb sellest üle 1 cm kuni 1/5 (incl.) mõõdetud reavahede koguarvust ja puutereavahede laius agregaadid naabertöökäikude ja naaberkülvikute (kui laiuti on agregaaditud mitu külvikut) vahel vastab ettenähtule või erineb sellest üle 2 cm kuni 1/5 (incl.) mõõtmistest. Ettenähtust kitsam puutereavahe või isegi väike ülekülv (1 reavahe) on lubatud teraviljade ja heintaimede tavalise reavahega külvialal korral.

Rahuldav — 1) reavahede laius erineb ettenähtust üle 1 cm 1/5 ... 2/5 (incl.) mõõdetud reavahede koguarvust; 2) puutereavahede laius agregaadid naabertöökäikude ja naaberkülvikute vahel erineb ettenähtud reavahelaiusest üle 2 cm 1/5 ... 2/5 (incl.) mõõtmistest.

Mitterahuldav — 1) reavahede laius erineb ettenähtust üle 1 cm enam kui 2/5 mõõdetud reavahede koguarvust; 2) puutereavahede laius agregaadid naabertöökäikude ja naaberkülvikute vahel erineb ettenähtud reavahelaiusest üle 2 cm enam kui 2/5 mõõtmistest.

4. Külviridade sirgus on eriti suure tähtsusega vahelthritavate kultuuride kasvatamisel, sest sellest sõltub oluliselt, kui hästi vaheltharimine õnnestub (kultuurtaimede ridade läbilõikamine, lahtirebimine, mulla alla matmine jms.) Teraviljade külviridade sirgus saaki küll otseselt ei mõjuta, kuid kahtlemata põhjustavad kõverad külviread ka rohkem külvivigu. Seepärast on vaja, et esimesed töökäigud tehtaks loodusest valitud või väljapandud tähtsuse järgi.

Külviridade sirgust hinnatakse pärast taimede tärkamist üheaegselt teiste näitajate hindamisega. Põllul liigutakse diagonaalselt.

Hea — kultuuride külviread on sirged või vähemärgatavate kõverustega, mille kõrvalekalle sirgjoonest 100 jooksva meetri kohta ei ületa 0,2 m.

Rahuldav — kultuuride külviridade kõrvalekalle sirgjoonest 100 jooksva meetri kohta on 0,2 ... 0,4 m.

Mitterahuldav — kultuuride külviridade kõrvalekalle sirgjoonest 100 jooksva meetri kohta on üle 0,4 m.

Külviridade sirgust ei hinnata põldudel, kus on arvukalt agregaatide liikumist takistavaid poste, kive, kivihunnikuid jms.

5. Külvivigade hulka kuuluvad vahelejäädud seemendamata põlluribad, seemendi või seemnejuhade ummistumisest tingitud tühikud, halvasti seemendatud põlluotsad, nurgad, kivide, postide ning puude ümbrus ning kraavi- ja teeääred.

Külvivigade hindamisel liigutakse põllul diagonaalselt.

Hea — külvivead puuduvad või on mõned väheolulised vead.

Rahuldav — esineb üksikuid olulisi külvivigu.

Mitterahuldav — esineb arvukalt väikesi ja suuri külvivigu.

Hinded märgitakse vabas vormis märkmikku ning arvutatakse keskmised. Nende alusel antakse traktoristi tööle koondhinne (tabel 35).

3.3.2. Kartuli mahapaneku kvaliteedi hindamine

Kartulisaak sõltub suurel määral mahapanekust. Mahapanekul tehtud vigu pole enamasti teiste agrotehniliste võtetega võimalik parandada.

Kõigepealt on vaja, et kartulipanemismasinad vastaksid tehnilistes eeskirjades ettenähtud nõuetele, oleksid õigesti reguleeritud ja et nende tööd põllul, eriti tööde algul, hoolikalt kontrollitaks.

Kartuli mahapaneku õigeaegsuse hindamisel võrreldakse tegelikku mahapanekuaega agronoomiliselt optimaalse ajaga.

Kartuli agronoomiliselt õige mahapaneku aeg ei ole kalendaarselt piiritletav; aluseks tuleb võtta eelkõige konkreetsetest ilmastikuolud ja mullastik. Lähtudes kartuli minimaalsetest idanemis- ja tärkamistemperatuuridest (vastavalt 5 ... 6 ja 8 ... 9 °C), pole kartuli mahapaneku alustamine ühel ajal suviteraviljade esimeste külvidega enamikul aastatel agronoomiliselt põhjendatud, küll võib seda aga põhjendada organisatsiooniliselt. Agronoomiliselt oleks õige, kui enamikul aastatel alustataks kartulipanekut 5 ... 7 päeva pärast suviteraviljade külvi algust ja see lõpetataks 7 ... 8 päevaga.

Kartuli mahapaneku kvaliteeti hinnatakse järgmiste näitajate alusel: 1) mugulate mahapaneku ühtlikkus; 2) ettenähtud mahapanekusügavusest kinnipidamine ja selle ühtlikkus; 3) vagude sirgus; 4) vagude ja puutevagude laius; 5) töökäikude alustamise ja lõpetamise ühtlikkus; 6) mahapaneku vead.

1. Mugulate mahapaneku ühtlikkusena hinnatakse vao ühe jooksva meetri kohta mahapandud mugulate arvu vastavust ettenähtule ning mugulate vahekauguse ühtlikkust vaos. Mahapaneku ühtlikkust on vaja kontrollida igal põllul mahapaneku alustamisel ja ka selle käigus. Lõplikult hinnatakse mahapaneku ühtlikkust koos teiste näitajatega pärast mahapanekut. Põld läbitakse diagonaalselt ja põllu suurusest olenevalt hinnatakse 5 ... 10 kohast. Selleks kaevatakse määramiskohas vagu 2,2 ... 2,3 m pikuselt lahti, lähtepunktiks võetakse äärmine mugul ning määratakse kahel jooksva meetril olevate mugulate arv ning nende vahekaugused üksteisest. Teine võimalus on määrata need näitajad pärast kartuli täielikku tärkamist, kuid siis võidakse saada ebaõiged andmed, sest osa mugulaid võivad olla idanemisvõime kaotanud.

Hea — mugulate keskmine arv ühe jooksva meetri kohta vastab ettenähtule; mugulate vagekaugus vastab ettenähtule või erineb sellest üle 3 cm kuni 1/5 (incl.) mõõdetud vahede arvust.

Rahuldav — 1) mugulate keskmine arv ühe jooksva meetri kohta erineb ettenähtust kuni 0,5 mugula võrra; 2) mugulate vahekaugus erineb ettenähtust üle 3 cm $1/5 \dots 2/5$ (incl.) mõõdetud vahede arvust.

Mitterahuldav — 1) mugulate keskmine arv ühe jooksva meetri kohta erineb ettenähtust enam kui 0,5 mugula võrra; 2) mugulate vahekaugus erineb ettenähtust üle 3 cm enam kui $2/5$ mõõdetud vahede arvust.

2. Ettenähtud mahapanekusügavusest kinnipidamine ja selle ühtlikkus. Kartuli mahapaneku sügavus sõltub eelkõige mullastikust. Sõltuvalt mulla lõimisest on optimaalne mahapanekusügavus kergel mullal 6...7 cm, keskmisel 5...6 ja raskel mullal 4...5 cm. Sellises sügavuses peaksid mugulad paiknema mullas kuni täieliku tärkamiseni.

Kartuli mahapaneku sügavust tuleb kontrollida igal põllul töö algul ja ka selle käigus.

Mahapaneku ärel mõõdetakse mahapaneku sügavust mõõtekepi või -joonlauaga. Põld läbitakse diagonaalselt ja põllu suuruselt sõltuvalt hinnatakse 5...10 kohas. Igas määramiskohas mõõdetakse viie mullas oleva mugula sügavus vaoharjalt.

Hea — mahapaneku sügavus vastab ettenähtule või erineb sellest üle 1 cm kuni $1/5$ (incl.) mõõtmistest.

Rahuldav — mahapaneku sügavus erineb ettenähtust üle 1 cm $1/5 \dots 2/5$ (incl.) mõõtmistest.

Mitterahuldav — mahapaneku sügavus erineb ettenähtust üle 1 cm enam kui $2/5$ mõõtmistest.

Kui kartul pannakse käsitsi või masinaga etteaetud vagudeesse, siis on ülaltoodud mahapanekusügavusest raske kinni pidada ja see on ettenähtust sageli märgatavalt suurem.

Tingimata peab mahapandud kartulimugul alates 7...8 päevast kuni tärkamiseni paiknema ettenähtud sügavuses. Kartuli mugulate normaalsest sügavam või madalam paiknemissügavus loob ebasoodsad tingimused idanemiseks-tärkamiseks, mistõttu idanemis-tärkamisperiood pikeneb sageli nädal või enam. Samuti võib väheneda põldtärkamise protsent. Kõik see avaldub lõpuks saagis. Seepärast tuleb ettenähtust suurema mahapanekusügavuse korral vaod vajalikus ulatuses madalamaks äestada või libistada; väiksema sügavuse korral mullatakse vaod kõrgemaks.

3. Vagude sirgus. Vagude sirgust hinnatakse silma järgi 100 jooksva meetri kohta.

Hea — vaod sirged või kõverustega, mille kõrvalekalle sirgjoonest ei ole üle $1/2$ vao laiusest (30...35 cm).

Rahuldav — vagude kõrvalekalle sirgjoonest on $1/2 \dots 1$ vao laiust (30...70 cm).

Mitterahuldav — vagude kõrvalekalle sirgjoonest on üle 1 vao laiuse (60...70 cm).

Vagude sirgust ei hinnata põldudel, kus on palju agregaatide liikumist takistavaid poste, kive, kivi-hunnikuid jms.

4. Vagude ja puutevagude laius. Et mugulad vaheltharimise ajal mullast välja ei tuleks, pesad paigalt ei nihkuks ja kartulitaimed viga ei saaks, peavad vaod, kaasa arvatud töökaike ühendavad puutevaod, olema võimalikult ühelaiused.

Töö algul ja selle käigus tuleb kontrollida tööorganite omavahelisi vahekaugusi (need peavad olema võrdsed), markerite mõõte ja neist sõltuvate puutevagude laiust ehk nn töökaikude siduvust.

Mahapaneku järel hinnatakse vagude ja puutevagude laiust üheaegselt teiste kvaliteedinäitajatega. Igas määramiskohas mõõdetakse vagude laius kahe töökaigu ulatuses.

Hea — vagude laius vastab ettenähtule või erineb sellest üle 3 cm kuni $1/5$ (incl.) mõõdetud vagudest ja puutevagude laius erineb vagude ettenähtud laiusest üle 5 cm kuni $1/5$ (incl.) mõõtmistest.

Rahuldav — 1) vagude laius erineb ettenähtust üle 3 cm $1/5 \dots 2/5$ (incl.) mõõdetud vagudest; 2) puutevagude laius erineb vagude ettenähtud laiusest üle 5 cm $1/5 \dots 2/5$ (incl.) mõõtmistest.

Mitterahuldav — 1) vagude laius erineb ettenähtust üle 3 cm enam kui $2/5$ mõõdetud vagudest; 2) puutevagude laius erineb vagude ettenähtud laiusest üle 5 cm enam kui $2/5$ mõõtmistest.

5. Töökaikude alustamise ja lõpetamise ühtlikkust hinnatakse põlluotstes silma järgi, kusjuures võrreldakse kõrvalekaldumist ettekujutatavast kontrolljoonest.

Hea — töökaikude algus ja lõpp ei kaldu kontrolljoonest kõrvale üle 25 cm.

Rahuldav — töökaikude algus ja lõpp ei kaldu kontrolljoonest kõrvale üle 50 cm.

Mitterahuldav — töökaikude algus ja lõpp kalduvad kontrolljoonest kõrvale üle 50 cm.

6. Mahapaneku vead on vahelejätmissed ning tee- ja kraaviäärte, põllunurkade, postide, kivi-hunnikute jt takistuste ümbruse seemendamisel tehtud vead.

Hea — põllul ei esine vahelejätmissi; tee- ja kraaviäärte, põllunurkade, postide, kivi-hunnikute jms ümbruse seemendamisel esineb üksikuid väheolulisi vigu.

Rahuldav — 1) põllul esineb üksikuid seemendamata vaosid; 2) tee- ja kraaviäärte, põllunurkade, postide, kivihunnikute jms ümbruse seemendamisel esineb üksikuid olulisi vigu.

Mitterahuldav — 1) põllul esineb arvukalt seemendamata vagusid või vaosi; 2) tee- ja kraaviäärte, põllunurkade, postide, kivihunnikute jms ümbruse seemendamisel esineb arvukalt olulisi vigu.

Hinded märgitakse vabas vormis märkmikku ning arvutatakse nende keskmised. Künni koondhinne antakse keskmiste hinnete alusel (tabel 36).

2.4. Herbitsiididega pritsimine ja selle kvaliteedi hindamine

Et herbitsiidid avaldavad looduskeskkonnale halba tagasimõju, on väga oluline kasutada neid õigesti ja õigel ajal.

Peamised agrotehnilised nõuded, millest tuleb kinni pidada, on järgmised.

1. Pritsida tuleb siis, kui kultuurtaimed on herbitsiidide mõjule kõige vastupidavamad, umbrohud aga võimalikult tundlikud. Et see periood ei ole pikk, siis tuleb pritsida suhteliselt lühikese ajajooksul.

Tootmises kahjuks hilinetakse sageli just suviteraviljade pritsimisega. Pritsitakse veel siis, kui teraviljataimed on juba pinna katnud ja enamiku umbrohtudest varjanud, mistõttu pritsimislahus satub teravilja-, mitte aga umbrohutaimedele.

2. Pritsimislahus peab olema ettenähtud kontsentratsiooniga ja ühtlase koostisega.

3. Ei pritsita tuule korral tugevusega üle 4...5 m/s, samuti vihmase ilmaga või vihma eel.

4. Agregaat peab pritsimisel liikuma tuule suunaga risti või vähemalt 45° nurga all, kusjuures pritsimist tuleb alustada tuulepoolsest äärest.

5. Agregaaadi liikumiskiirus ei tohi pritsimise ajal muutuda. Peatumised põllul on lubamatud. Möödapääsamatult hädavajalike peatuste korral lülitada prits välja ja sulgeda peakraanid.

6. Pritsimislahuse tegelik kulunorm peab vastama ettenähtule ja selle jaotamine peab pritsi kogu töölauses olema ühtlane.

Töö käigus saab pritsimise ühtlikkust kontrollida nummerdatud klaas- või plastmassplaatidega (50×50 cm), mis kaetakse glütseriiniga ja paigutatakse 1-m vahedega risti agregaaadi liikumissuunaga. Pärast agregaaadi töökäiku kogutakse nummerdatud kontrollplaadid kokku ja neil määratakse pritsimislahuse tilkade arv, mis peaks olema võimalikult ühtlane.

7. Lauspritsimisel ei tohi esineda vahelejätmissi, pritsimata ribasid.

8. Pritsimisel tuleb rangelt täita ohutusnõudeid (vt. lk. ...).

Et vältida võimalikke kõrvalekaldumisi ettenähtud agro- ja ohutustehnikanõuetest, peab herbitsiidide kasutamist algusest lõpuni juhendama ja kontrollima agronoom. Eriti oluline on, et pritsimislahus oleks õigesti valmistatud.

Lõplik hinnang herbitsiididega pritsimise kvaliteedile ja traktoristi tööle antakse pärast pritsimist põllul järgmiste näitajate alusel: 1) agregaaadi töölaie vastavus ettenähtule ja selle ühtlikkus; 2) herbitsiidi tehniline tõhusus; 3) pritsimisvead.

1. Agregaaadi töölaie vastavus ettenähtule ja selle ühtlikkus. Mõõdetakse agregaaadi töökäikude vahelisi vahekaugusi (lähitudes tehnoradadest või rattajälgedest) ja võrreldakse ettenähtuga.

Hea — töölaie vastab ettenähtule või erineb ettenähtust üle 0,5 m kuni 1/5 (incl.) mõõtmistest.

Rahuldav — töölaie erineb ettenähtust üle 0,5 m 1/5...2/5 (incl.) mõõtmistest.

Mitterahuldav — töölaie erineb ettenähtust üle 0,5 m enam kui 2/5 mõõtmistest.

2. Herbitsiidi tehniline tõhusus määratakse põllul 3...5. päeval pärast pritsimist. Silma järgi määratakse herbitsiidi mõjul hukkunud umbrohutaimede protsent umbrohutaimede koguhulgast.

Täpsemaks määramiseks on soovitatav kasutada 0,25-m² (50×50 cm) traatraame, milles loendatakse umbrohutaimede koguarv ja herbitsiidi mõjul hukkunud taimede arv. Nende andmete alusel arvutatakse hukkunud umbrohutaimede % üldarvust, s. o. herbitsiidi tehniline tõhusus.

Hea — hävinud umbrohutaimede protsent 80...100

Rahuldav — hävinud umbrohutaimede protsent 60...80.

Mitterahuldav — hävinud umbrohutaimede protsent alla 60.

3. Pritsimisvead on vahelejätmissed ning põlluotste, tee- ja kraaviäärte, postide, kivihunnikute, põhuaunade jms ümbruse lohakas pritsimine.

Hea — põllul ei ole pritsimata jäänud ribasid, põlluotsad, tee- ja kraaviääred, postide jms ümbrus korralikult pritsitud.

Rahuldav — 1) põllul esineb üksikuid pritsimisel vahelejäänud ribasid; 2) põlluotste, tee- ja kraaviäärte, postide jms ümbruse pritsimisel esineb üksikuid vigu.

Mitterahuldav — 1) põllul esineb arvukalt pritsimisel vahelejäänud ribasid; 2) põlluotste, tee- ja kraaviäärte, postide jms ümbruse pritsimisel esineb arvukalt vigu.

2.5. Maaviljeluslike tööde hindamistabelid ja nende kasutamine

Et ühe või teise töö hindamisel kasutatavad kvaliteedinäitajad pole kaugeltki mitte ühesuguse tähtsusega, siis on objektiivselt koondhinde saamiseks igale kvaliteedinäitajale antavate punktide arv erinev.

Koorimise kvaliteedi hindamine

Jrk. nr	Kvaliteedinäitajad	Punktid vastavalt kvaliteedinäitajate osakaalule		
		Hea	Rahuldav	Mitte-rahuldav
1.	Koorimise sügavus ja ühtlikkus	9	6	0
2.	Haritava mullakihi, tüüjäänuste ja umbrohtude aluskihist lahtilõikamine ja mullaga segamine	9	6	0
3.	Mullapinna tasasus, mulla murenemine ja kobedus	6	4	0
4.	Harimisvead	6	4	0
	Kokku punkte	30	20	0

Künni kvaliteedi hindamine

Jrk. nr	Kvaliteedinäitajad	Punktid vastavalt kvaliteedinäitajate osakaalule		
		Hea	Rahuldav	Mitte-rahuldav
1.	Künni sügavus ja ühtlikkus	6	4	0
2.	Künniviilu pööramine	2	2	0
3.	Tüüjäänuste, umbrohtude ja orgaaniliste väetiste sissekünd	3	2	0
4.	Künni tasasus	5	3	0
5.	Algusvao kündmine	3	2	0
6.	Lõpuvao kündmine	3	2	0
7.	Vagude alustamine ja lõpetamine ning otste künd	3	2	0
8.	Künni suund, vagude sirgus ja künnivead	5	3	0
	Kokku punkte	30	20	0

Külvieelse mullaharimise kvaliteedi hindamine

Tabel 27

Jrk. nr	Kvaliteedinäitajad	Punktid vastavalt kvaliteedinäitajate osakaalule		
		Hea	Rahuldav	Mitte-rahuldav
1.	Harimise sügavus ja ühtlikkus	7	5	0
2.	Mullapinna tasasus	7	5	0
3.	Haritud pindmise mullakihi murenemine ja kobedus	5	3	0
4.	Harimissuund ja töökäikude sirgus	3	2	0
5.	Umbrohtude hävitamine	3	2	0
6.	Harimisvead	5	3	0
	Kokku punkte	30	20	0

Planeerimise-tasandamise kvaliteedi hindamine

Tabel 28

Jrk. nr	Kvaliteedinäitajad	Punktid vastavalt kvaliteedinäitajate osakaalule		
		Hea	Rahuldav	Mitte-rahuldav
1.	Mullapinna tasasus	14	9	0
2.	Töökäikudevaheliste mullavallide ja kuhjade esinemine	9	6	0
3.	Harimisvead	7	5	0
	Kokku punkte	30	20	0

Libistamise kvaliteedi hindamine

Tabel 29

Jrk. nr	Kvaliteedinäitajad	Punktid vastavalt kvaliteedinäitajate osakaalule		
		Hea	Rahuldav	Mitte-rahuldav
1.	Mullapinna tasasus	11	7	0
2.	Pindmise mullakihi (0 ... 5 cm) murenemine ja kobedus	7	5	0
3.	Töökäikudevaheliste mullavallide esinemine	7	5	0
4.	Harimisvead	5	3	0
	Kokku punkte	30	20	0

Kultuuride kasvuaegse äestamise kvaliteedi hindamine

Jrk. nr	Kvaliteedinäitajad	Punktid vastavalt kvaliteedinäitajate osakaalule		
		Hea	Rahuldav	Mitte-rahuldav
1.	Äestamise suund	5	3	0
2.	Äestamissügavuse vastavus kultuurile ja kultuuri seemnete või taimede väljakiskumine mullast	7	5	0
3.	Mullakooriku purustamine	5	3	0
4.	Haritava mullakihi murenemine ja kobedus	3	2	0
5.	Umbrohtude hävitamine	7	5	0
6.	Harimisvead	3	2	0
	Kokku punkte	30	20	0

Rullimise kvaliteedi hindamine

Jrk. nr	Kvaliteedinäitajad	Punktid vastavalt kvaliteedinäitajate osakaalule		
		Hea	Rahuldav	Mitte-rahuldav
1.	Pindmise (0 ... 10 cm) mullakihi tihendamine	8	6	0
2.	Mullapankade murendamine	6	4	0
3.	Kivide ja terveks jäänud mullapankade muldavajutamine	6	4	0
4.	Mulla tasasus	5	3	0
5.	Harimisvead	5	3	0
	Kokku punkte	30	20	0

Kartuli vaheltharimise-äestamise kvaliteedi hindamine

Jrk. nr	Kvaliteedinäitajad	Punktid vastavalt kvaliteedinäitajate osakaalule		
		Hea	Rahuldav	Mitte-rahuldav
1.	Vaheltharimise-äestamise sügavus ja ühtlikkus	6	4	0
2.	Mulla murendamine	7	5	0
3.	Umbrohtude hävitamine	7	5	0
4.	Mugulate paiknemine mullas	6	4	0
5.	Harimisvead	4	2	0
	Kokku punkte	30	20	0

Kartuli vaheltharimise-muldamise kvaliteedi hindamine

Jrk. nr	Kvaliteedinäitajad	Punktid vastavalt kvaliteedinäitajate osakaalule		
		Hea	Rahuldav	Mitte-rahuldav
1.	Vagude profiili vastavus ettenähtule	15	10	0
2.	Vagude keskmise kõrguse ja laiuse vastavus ettenähtule	15	10	0
	Kokku punkte	30	20	0

Juurviljade vaheltharimise kvaliteedi hindamine

Jrk. nr	Kvaliteedinäitajad	Punktid vastavalt kvaliteedinäitajate osakaalule		
		Hea	Rahuldav	Mitte-rahuldav
1.	Harimise sügavus ja ühtlikkus	5	4	0
2.	Umbrohtude läbilõikamine haritud ribadel	6	4	0
3.	Mulla kuhjumine reavahedes	5	3	0
4.	Kultuurtaimede ridade läbilõikamine, lahtirebimine ja mulla alla matmine	6	4	0
5.	Harimata ribade laius	4	2	0
6.	Harimisvead	4	3	0
	Kokku punkte	30	20	0

Tera- ja kaunviljade, heintaimede ning juurviljade külvi kvaliteedi hindamine

Jrk. nr	Kvaliteedinäitajad	Punktid vastavalt kvaliteedinäitajate osakaalule		
		Hea	Rahuldav	Mitte-rahuldav
1.	Ettenähtud külvisenormist kinnipidamine, seemendamise ühtlikkus ja ühtlane külv iga seemendi kaudu	7	5	0
2.	Ettenähtud külvisügavusest kinnipidamine ja selle ühtlikkus	7	5	0
3.	Reavahede ja puutereavahede laiuse ühtlikkus	6	4	0
4.	Külviridade sirgus	4	2	0
5.	Külvivead	6	4	0
	Kokku punkte	30	20	0

Kartuli mahapaneku kvaliteedi hindamine

Tabel 36

Jrk. nr	Kvaliteedinäitajad	Punktid vastavalt kvaliteedinäitajate osakaalule		
		Hea	Rahuldav	Mitterahuldav
1.	Mugulate mahapaneku ühtlikkus	7	5	0
2.	Ettenähtud mahapanekusügavusest kinnipidamine ja selle ühtlikkus	4	2	0
3.	Vagude sirgus	3	2	0
4.	Vagude ja puutevagude laius	7	5	0
5.	Töökäikude alustamise ja lõpetamise ühtlikkus	3	2	0
6.	Mahapaneku vead	6	4	0
	Kokku punkte	30	20	0

Herbitsiididega pritsimise kvaliteedi hindamine

Tabel 37

Jrk. nr	Kvaliteedinäitajad	Punktid vastavalt kvaliteedinäitajate osakaalule		
		Hea	Rahuldav	Mitterahuldav
1.	Agregaadi töölaiause vastavus ettenähtule ja selle ühtlikkus	6	4	0
2.	Herbitsiidi tehniline tõhusus	15	10	0
3.	Pritsimisvead	9	6	0
	Kokku punkte	30	20	0

Herbitsiididega pritsimise koondhinne antakse kõigi kvaliteedinäitajate keskmiste hinnete alusel (tabel 37).

Maksimaalne punktide summa iga tööliigi korral on 30 (sel juhul on kõik kvaliteedinäitajad hinnatud heaks), minimaalne aga 0 (sel juhul on kõik kvaliteedinäitajad hinnatud mitterahuldavaks). Tööde kvaliteedi koondhinne on soovitatav anda tabelite 25...37 järgi. Hindamistabeli järgi tuleb kvaliteedinäitajate hinded summeerida. Kvaliteedinäitajate eest, mida objektiivsetel põhjustel ei hinnatud (näiteks künnivagude, külviridade jms sirgus künklikul või takistustega põllul), antakse rahuldavale hindele vastavad punktid.

Koondhinne hea antakse tööle, mis saab kokku 25...30 punkti, kuid tingimusel, et ükski kvaliteedinäitaja pole mitterahuldav. Rahuldavaks hinnatakse töö, mis saab kokku 15...24 punkti. Mitterahuldav on töö, mis saab kokku alla 15 punkti.

Ülaltoodud tabelite kasutamine suurendab hindamise objektiivsust, kuid võib osutada mõnele hindajale liiga aeganõudvaks ja keeruliseks. Sel juhul võib koondhinde andmisel kasutada järgmist printsiipi: hea — vähemalt 3/4 kvaliteedinäitajatest on hinnatud heaks ja mitterahuldavat üksikhinnet ei esine; rahuldav — vähem kui 3/4 kvaliteedinäitajatest on hinnatud heaks, kusjuures üks väheoluline kvaliteedinäitaja võib olla ka mitterahuldav, teistel juhtudel tuleb töö kvaliteet hinnata mitterahuldavaks.

3. Kvaliteedi hindamine teaduslikus uurimistöös

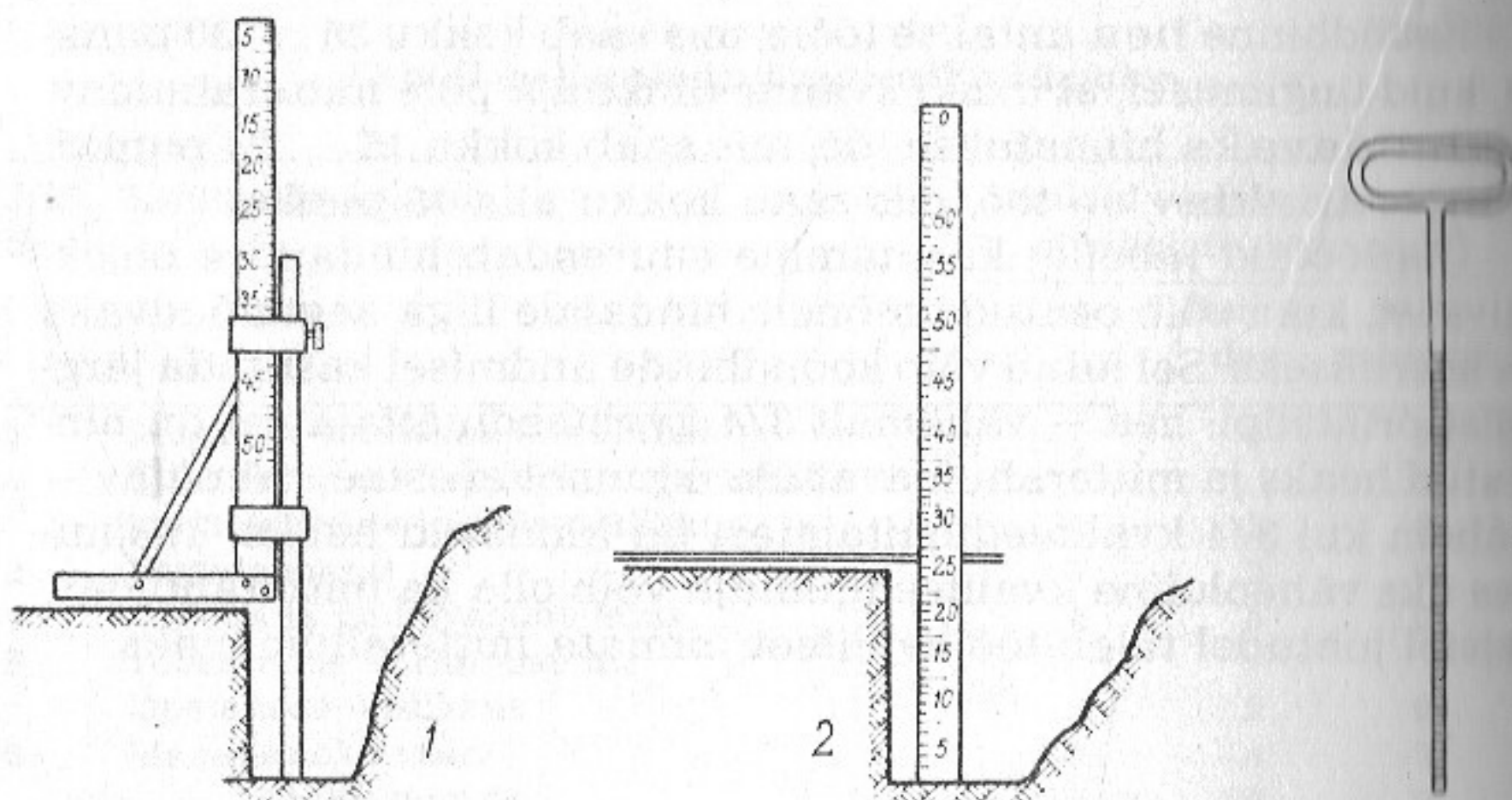
Käesolevas töös käsitletakse vaid mullaharimisvõtete ja külvivõtte võrdlemisel ja hindamisel rakendatavaid meetodeid.

3.1. Mullaharimise kvaliteedi hindamine

Uurimistöös on vaja märksa täpsemini ja mitmekülgsemalt kui tootmises hinnata uuritavate ja võrreldavate mullaharimisvõtete mõju mullaharimise kvaliteedile. See tähendab eelkõige harimisügavuse ja mullaharimise tehnoloogiliste võtete (tasandamine, murendamine, segamine jt) mõju hindamist taimedele soodsate kasvutingimuste loomise seisukohalt.

3.1.1. Mullaharimise sügavuse ja ühtlikkuse hindamine

Mullaharimise sügavust mõõdetakse künni ajal künnisügavusmõõturiga (joonis 64). Künni sügavus pärast künni, samuti sügavkobestamise, koorimise, kultiveerimise jm sügavus määratakse mõõtepulga e. sondiga (joonis 65), mis vajutatakse mulda künni harimata (suurema tihedusega) mullakihi.



Joonis 64. Kunnisügavuse mõõtmise vahendid: 1 – spetsiaalne kunnisügavuse mõõl; 2 – mõõtjoonlaud ja reika

Joonis 65. 7...8-mm raudtraadist (katankast) valmistatud mõõtepulk mullaharimise sügavuse määramiseks

Objektiivsete andmete saamiseks peab mõõtmiskordade arv katselapil olema vähemalt 10...15. Neljakorduselises katses on siis mõõtmisi igas variandis 40...60.

Kogutud andmeid töödeldakse statistiliselt katselappide kaupa järgmises järjestuses.

1. Arvutatakse keskmine harimissügavus \bar{x} :

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}, \text{ kus}$$

n – mõõtmiste arv katselapil;

$\sum x$ – kõigi üksikmõõtmiste summa cm.

2. Määratakse standardhälve (S):

$$S = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{K}, \text{ kus}$$

x_{\max} – suurim harimissügavus cm;

x_{\min} – väikseim harimissügavus cm;

K – tegur, mis sõltub määramise arvust n .

Kui n on 5, 10, 25, 50, 100, 200, 500, 1000, siis on K vastavalt 2, 3, 4, 5, 6.

3. Leitakse harimissügavuse ühtlikkuse tegur V :

$$V = 100 - \frac{S}{\bar{x}} \cdot 100 (\%)$$

Vastavalt Moskva K. A. Timirjazevi nim. PA maaviljeluse ka-teedri metoodikale võib harimissügavuse ühtlikkuse teguri (V) alusel anda hinnangu ühe või teise mullaharimisvõtte või riista töö kvaliteedile järgmiselt:

V %	Hinne
üle 95,0	väga hea
90,1...95,0	hea
85,1...90,0	rahuldav
80,1...85,0	halb
alla 85,0	väga halb

Variantide ja korduste kaupa kogutud keskmisi andmeid töö-deldakse dispersioonimeetodil.

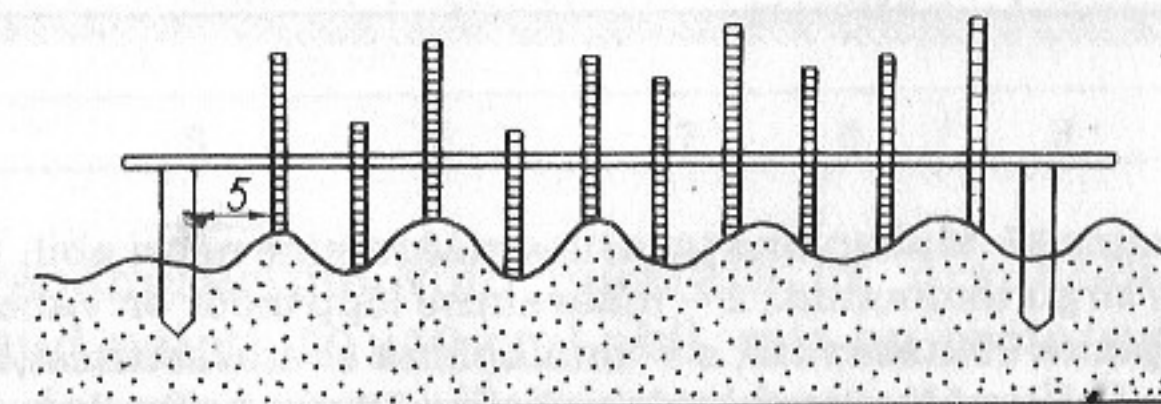
Andmed märgitakse järgmisevormilisse tabelisse.

Mää- Kat- rami- selapi se nr aeg	Mullaharimise sügavus cm										Keskmine harimis- sügavus \bar{x} cm	Stan- dard- hälve S cm	Harimissü- gavuse üht- likkuse tegur V %
1 2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

3.1.2. Mullapinna tasasuse hindamine

Mullapinna tasasus on üks olulisemaid külvielse mullaharimise kvaliteedi näitajaid, mida on vaja erinevate mullaharimisriistade ja -võtte võrdlemisel sageli objektiivselt hinnata.

Seni kasutuselevõetud abivahenditest võimaldab tasasust kõi-ge täpsemini hinnata profiilmõõtur (joonis 66), mis kujutab endast 1,5...2 m pikkust vabalt liikuvate pulkadega seadet (pul-kade vahe 5 cm). Tasaduse määramiseks paigutatakse see pärast mullaharimist mullapinnale risti harimissuunaga ja pul-kade näidud kantakse 0,5-cm täpsusega millimeetripaberile mõõtkavas 5:1. Igal katselapil määratakse tasasus vähemalt nel-jas kohas.



Joonis 66. Profiilmõõtja mullapinna tasasuse määramiseks

Tasasus (T %) arvutatakse iga määramise kohta järgmiselt.

$$T\% = \frac{l - l_n}{l_n} \cdot 100, \text{ kus}$$

l — ebatasasustest tingitud kõverjoone pikkus profiilimõõduri töölaiuse ulatuses cm;

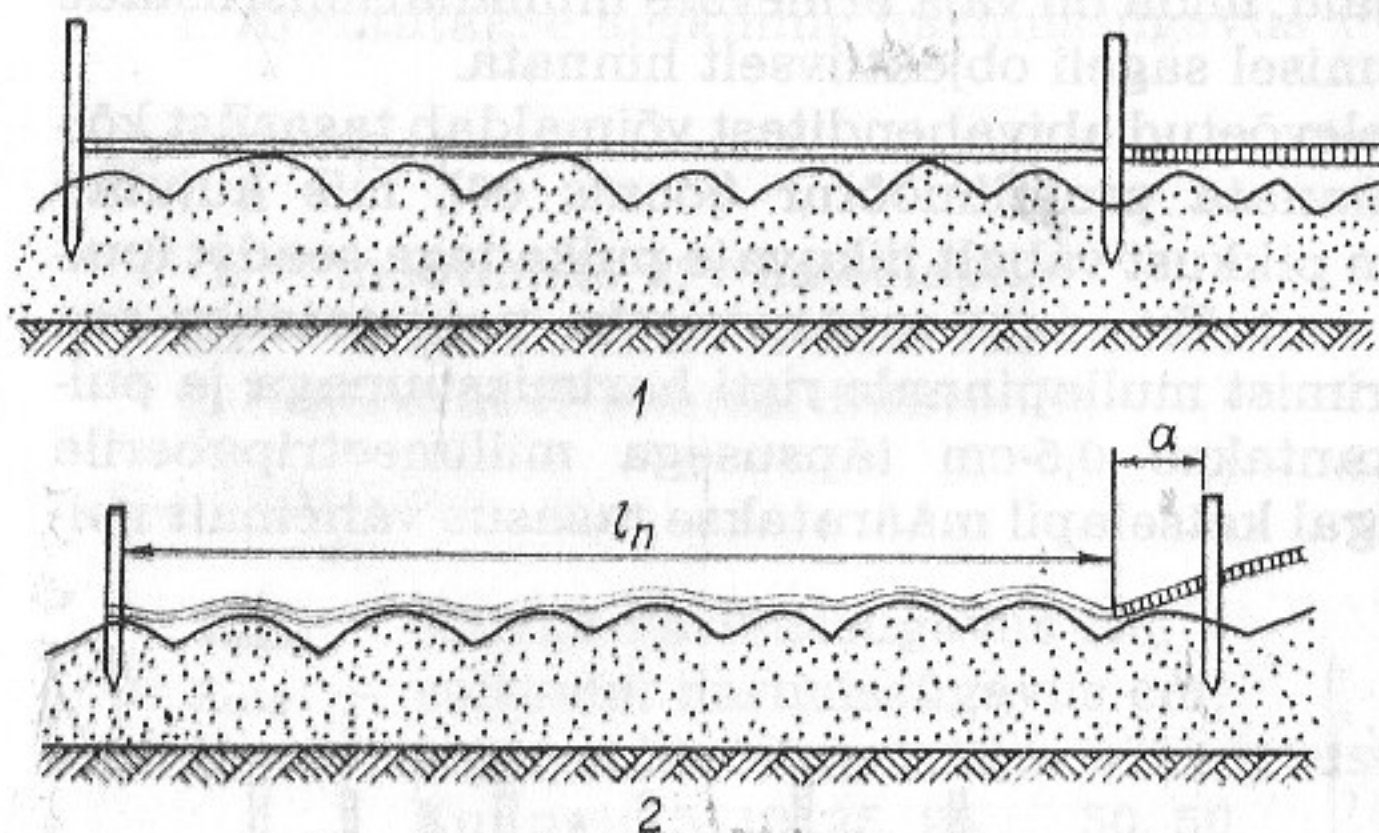
l_n — profiilimõõduri töölaius cm;

$$a = l - l_n.$$

Mõnevõrra ebatäpsem, kuid vähem tömahukas on tasasuse määramine nõõri abil, mis tuleb uurimistöös kõne alla tingimisi. Sel juhul kasutatakse määramiseks 10 meetri pikkust pehmet, mulla ebatasasusi hästi kopeerivat nõõri, mille ühte otsa on kinnitatud 2 meetri pikkune sentimeetriste jaotustega pehme mõõtelint ja teise 40...50 cm pikkune metallvarras. Mõõtenõõr paigutatakse mullapinnale risti mullaharimise suunaga ja metallvarras vajutatakse mulda nii, et nõõri kinnituskoht oleks mullapinnaga tasa. Seejärel tõmmatakse nõõr sirgu ja nõõri teise otsa kohale (10 m kaugusele mulda torgatud metallvardast) vajutatakse mulda teine metallvarras. Seejärel lastakse nõõr käest lahti, nii et see võimalikult hästi kopeeriks mullapinna ebatasasusi, ja määratakse nõõri pikenemine (joonis 67).

Tasasus (T %) arvutatakse iga määramise kohta järgmiselt:

$$T\% = \frac{a}{l_n} \cdot 100, \text{ kus}$$



Joonis 67. Mullapinna tasasuse määramine nõõri abil; 1 — määramise algus (nõõr on sirgu tõmmatud); 2 — määramise lõpp (nõõr on vabaks lastud ja kopeerib mullapinna ebatasasusi); a — mullapinna ebatasasustest tingitud nõõri pikenemine, cm; l_n — mõõtmispunktide vaheline sirgjooneline kaugus, cm.

a — mullapinna ebatasasusest tingitud nõõri pikenemine cm;
 l_n — mõõtepunktide vaheline sirgjooneline kaugus cm.

Andmed märgitakse järgmisevormilisse tabelisse.

Määramise aeg	Katse-lapi nr	Joone või nõõri piken-dus a cm				Sirgjoone-line kaugus l_n cm	Mullapinna tasasus T %
		1	2	3	4		

Saadud andmed töödeldakse dispersioonimeetodil.

3.1.3. Mulla murenemise hindamine

Mulla murendamine on peaaegu kõigi mullaharimisvõtete peamine eesmärk, mistõttu seda on vaja uurimistöös käigus väga sageli hinnata.

Proovide võtmisel künnijärgse murenemise määramiseks kasutatakse põhjata metallkasti mõõtmatega 40×30×30 cm. Metallkast viiakse proovivõtmise sügavuses mulda. Selleks eemaldatakse kasti ümbert mulda, kuni kast satub vajalikku sügavusse. Seejärel paigutatakse valtsidesse kasti teisaldatav põhi ja kast tõstetakse koos mullaga süvendist välja. Kastis olev muld kaalutakse ning jaotatakse sõelte abil järgmisteks fraktsioonideks: 1) alla 5 cm; 2) 5...10 cm; 3) 15...25 cm; 4) üle 25 cm. Iga fraktsioon kaalutakse eraldi ja arvutatakse selle % proovi kogumassist. Murenemine on seda parem, mida rohkem esineb alla 5-cm läbimõõduga mullatükke.

Murenemisaste (K %) leitakse järgmiselt:

$$K\% = \frac{A}{M} \cdot 100, \text{ kus}$$

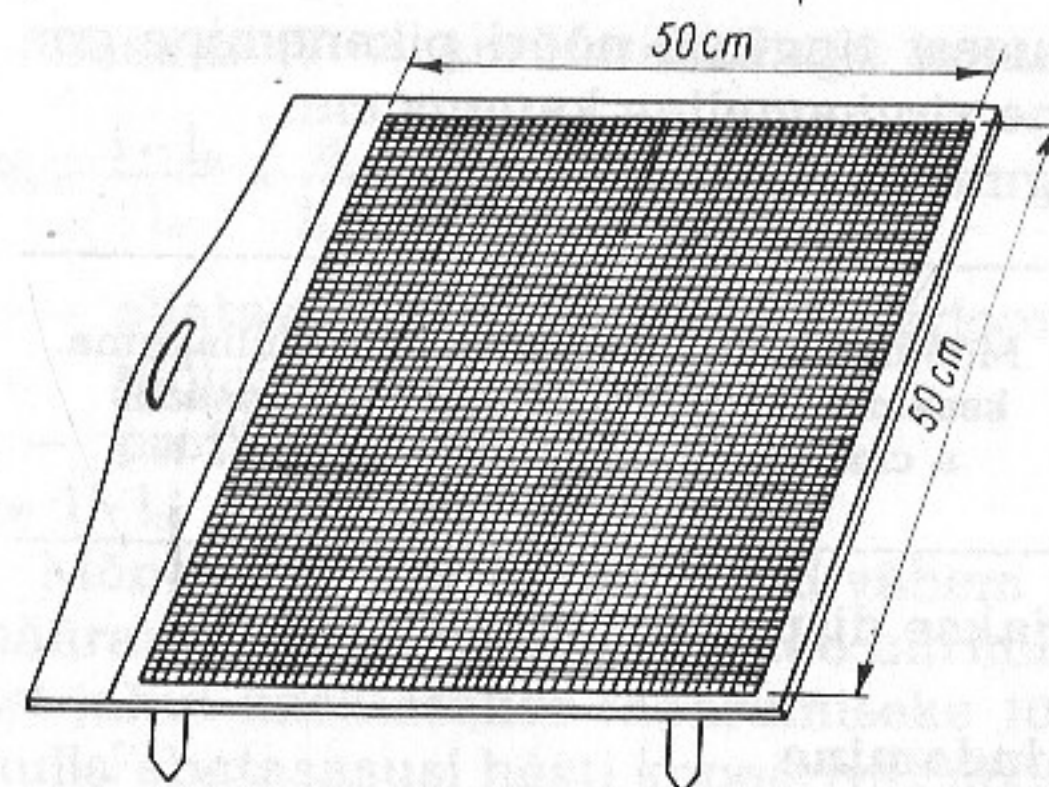
A — alla 5-cm mullafraktsiooni mass g;

M — mullaproovi kogumass g.

Andmed märgitakse järgmisevormilisse tabelisse.

Määramise aeg	Katse-lapi nr	Määramiskorrad (1...8)	Mullafraktsioonide mass g				Mulla-proovi kogumass M g	Murenemisaste K%
			alla 5	5...10	15...25	üle 25		
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Harimisjärgse murenemisastme võib määrata ka orgaanilisest klaasist valmistatud paleti (50×50 cm) abil, mis on jaotatud 1 cm² suurusteks ruutudeks (joonis 68). Paigutanud paleti mullale,



Joonis 66. Palett mulla murenemisastme ja panklikkuse määramiseks

määrame selle abil kõik mullatükid pindalaga üle 10 cm², kusjuures iga mullatüki pindala registreeritakse eraldi. Seejärel jaotatakse mullatükid fraktsioonidesse: 1) 10 ... 25 cm²; 2) 26 ... 50 cm²; 3) 51 ... 100 cm²; 4) üle 100 cm². Arvutatakse iga fraktsiooni mullatükkide kogupindala ning saadud andmete alusel fraktsioonide protsendiline pindala paleti pindalast (2500 cm²).

Alla 10-cm² mullatükkide fraktsioonide protsendiline pindala leitakse sel teel, et teiste fraktsioonide protsendiliste pindalade kogusumma lahutatakse 100-st. Igal katselapil tehakse neli määramist.

Andmed märgitakse järgmisevormilisse tabelisse.

Määramise aeg	Katselapi nr	Määramise korrad	Mulla fraktsioonide protsendiline pindala cm ²				Paleti pindala 2500 cm ²	Murenemisaste K %
			alla 10	10 ... 25	26 ... 50	51 ... 100		
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Proovide võtmisel murenemise määramiseks külvieelsel mullaharimisel võib edukalt kasutada ka 5 ... 6-cm Kalantjevi puuri, millel on iga 5 cm tagant ristsuunalised sisselõiked, nii et proovid saab jaotada kuni 5-cm kihtide kaupa. Selle puuriga võetakse igalt katselapilt vajalikust sügavusest vähemalt 8 üksikproovi, mis vajaduse korral jaotatakse veel kihtide viisi. Üksikproovid paigutatakse kottidesse, kaalutakse ning jaotatakse mullasõeltega (avad 10; 7; 5; 3; 2; 1; 0,5; 0,25 mm) fraktsioonideks. Need kaalutakse ning arvutatakse agronoomiliselt sobivate mullaagregaatide osakaal mulla kogumassist:

$$K_a\% = \frac{A}{M} \cdot 100, \text{ kus}$$

A — 0,25 ... 10-mm fraktsioonide mass g;

M — mullaproovi kogumass g.

Mida suurem on K_a%, seda parem on mulla murenemisaste. Andmed märgitakse järgmisevormilisse tabelisse.

Määramise aeg	Katselapi nr	Määramise korrad (1 ... 4)	Mulla fraktsioonide mass g										Mulla- proovi kogumass M g	K _a %
			üle 10	7 ... 10	5 ... 7	3 ... 5	2 ... 3	1 ... 2	0,5 ... 1	0,25 ... 0,5	alla 0,25	0,25 ... 10-mm fraktsioonide mass A g		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

Murenemise määramisel kogutud andmeid töödeldakse dispersioonimeetodil.

3.1.4. Mulla panklikkuse hindamine

Mullapankade (mullatükid läbimõõduga üle 5 cm) teke on mullaharimisel kõige vähem soovitatav nähtus. Seepärast on enamiku mullaharimisvõtete (koorimine, künd, külvieelne mullaharimine, külvi järgne äestamine, rullimine jt) võrdlemisel ja hindamisel hädavajalik määrata ka mulla panklikkus.

Panklikkuse määramiseks kasutatakse paletti 50×50 cm (joonis 68), mis paigutatakse mullapinnale. Määratakse kõigi üle 5-cm läbimõõduga mullatükkide pindala. Tõepäraste andmete saamiseks on igal katselapil tarvis teha vähemalt 4 määramist (4-korduselise katse korral igas variandis 16 määramist).

Panklikkus P % arvutatakse iga katselapi kohta järgmiselt.

$$P\% = \frac{0,04 \cdot S}{n}, \text{ kus}$$

S — pankade kogupindala määramiskohtades cm²;

n — määramiskohtade arv katselapil (tavaliselt 4);

0,4 — tegur.

Katseandmed märgitakse järgmisevormilisse tabelisse.

Määramise aeg	Katse-lapi nr	Määramiskohtade arv	Pankade arv kokku	Pankade pindala kokku S cm ²	Panklikkus P %	Keskmine pankade arv tk/m ²
1	2	3	4	5	6	7

Saadud andmeid töödeldakse dispersioonimeetodil.

Panklikkuse andmete alusel võib arvutada ka mulla murene misastme $K\%$:

$$K\% = 100 - P\%, \text{ kus}$$

$P\%$ — panklikkus.

3.1.5. Mulla segamise hindamine

Mullaharimise üks tehnoloogilisi ülesandeid on mulla segamine ja ka väetiste segamine mullaga. Mulla segamine on vajalik mulla homogeniseerimiseks, millest oleneb kasvatatavate kultuuride kasvu ja arengu ühtlikkus. Seepärast on uurimistöö käigus sageli vaja hinnata erinevaid mullaharimisriistu ja -võtteid mulla segamise seisukohalt.

Uurimistöö tegemiseks tuleb katsealale enne mullaharimist külvata mullaosakeste, hulgast kergesti eraldatavaid heledavärvilisi graanuleid. Hästi sobivad selleks näiteks hernerid (soovitav kasutada idanemisvõime kaotanud seemet). Graanulid külvatakse hajukülvis 1000 tk/m^2 . Külvata tuleb poole normi kaupa, algul piki ja seejärel ristisuunas, siis jääb külv ühtlasem.

Pärast katsekavas ettenähtud mullaharimist määratakse graanulite horisontaalne ja vertikaalne jaotumine ja ühtlikkus. Nendeks määramisteks sobiks kõige paremini mullahöövel, kuid kahjuks pole neid saada.

Edukalt võib määramiseks kasutada ka 20...25-cm pikkust 5...6-cm Kalentjevi puuri, millel on iga sentimeetri tagant rist-suunalised sisselõiked, mis võimaldavad proovi vertikaalsuunas jaotada 1-cm osadeks.

Kalentjevi puuriga võetakse igalt katselapilt harimissügavuses mõlema diagonaali suunas võrdsete vahemaade tagant 25 proovi, kokku 50 proovi, mida analüüsitakse eraldi. Iga proov jaotatakse siibrite abil sentimeetrilisteks osadeks ja igas neis määratakse graanulite arv. Andmed märgitakse katsepäevikusse ja neid töödeldakse statistiliselt.

Et lähteandmeid on ohtralt, siis võib rakendada mitut statistilise töötluse meetodit.

3.1.6. Taimejäänuste muldaviimise hindamine

Meie mullastiku- ja kliimatingimustes tuleb taimejäänused hoolikalt mulda viia. Et nende muldaviimise sügavus on agrotehniliselt tähtis, siis hinnatakse seda ka erinevate koorimisriistade ja atrade töö võrdlemisel.

Koorimise või künni eel määratakse iga katselapi neljal $0,25\text{-m}^2$ arvestuslapil taimejäänuste mass. Selleks kogutakse igal arvestuslapil kõik taimejäänused (tüüjäänused ja umbrohud kitkutakse mullast) ning jaotatakse kahte fraktsiooni — kultuurtaimede jäänused ja umbrohud. Seejärel kaalutakse nad ja paigutatakse fraktsioonide kaupa kottidesse. Kogutud materjal kuivatatakse õhukuivaks ja kaalutakse uuesti täpsusega 0,1 g. Siis arvutatakse arvestuslappide keskmine ja selle alusel taimejäänuste õhukuiv mass hektari kohta.

Pärast mullaharimist määratakse sissekündmata taimejäänuste (eraldi kultuurtaimede jäänused ja umbrohud) mass iga katselapi neljal 1-m^2 arvestuslapil. Selleks kogutakse arvestuslapilt kõik pinnal lebavad ja viilude vahelt välja ulatuvad kultuurtaimede jäänused ning umbrohud kokku, kaalutakse, kuivatatakse õhukuivaks, kaalutakse uuesti ning arvutatakse eraldi taimejäänuste ja umbrohtude õhukuiva massi protsent kogumassist.

Seejärel määratakse taimejäänuste mullaspaiknemise sügavus. Selleks kaevatakse igal katselapil risti harimissuunaga 1 meetri laiune ja harimissügavune vertikaalse seinaga süvend, milles mõõdetakse taimejäänuste mullaspaiknemise sügavus 10-cm vahemaade tagant (10 kohast). Saadud andmete alusel arvutatakse iga katselapi kohta järgmised näitajad.

1. Taimejäänuste mullaspaiknemise keskmine sügavus

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}, \text{ kus}$$

n — mõõtmiste arv katselapil (10);

$\sum x$ — kõigi üksikmõõtmiste summa cm.

2. Standardhälve

$$S = \frac{x_{\text{maks}} - x_{\text{min}}}{K}, \text{ kus}$$

x_{maks} — suurim mõõtmistulemus cm;

x_{min} — väikseim mõõtmistulemus cm.

K — tegur (vt 3.1.1.)

3. Taimejäänuste mullaspaiknemise ühtlikkuse tegur

$$V_m\% = 100 - \frac{S}{\bar{x}} \cdot 100.$$

Andmed märgitakse järgmisevormilisse tabelisse.

Määramise aeg	Katse-lapi nr	Õhukuiv kogumass ts/ha		Sissekümdmata taimejäänuste õhukuiv mass ts/ha		Sissekümdmata taimejäänuste %	
		kultuur-taimede jäänu-sed	umb-rohud	kultuur-taimede jää-nused	umb-rohud	kultuur-taimede jäänu-sed	umb-rohud
1	2	3	4	5	6	7	8

Edasi töödeldakse andmeid dispersioonimeetodil.

3.2. Külvi kvaliteedi hindamine

Külvi kvaliteedi objektiivne hindamine on vajalik külviviiside ja -masinate võrdlemisel. Kõige tähtsam on siin külvi sügavuse ja ühtlikkuse ning külvatud seemnete pindalalise jaotumise ja selle ühtlikkuse hindamine. Alljärgnevas käsitletakse ühtset meetodikat, mis sobib teraviljade, maisi, heintaimede ja juurviljade külvi kvaliteedi hindamiseks.

3.2.1. Külvi sügavuse ja ühtlikkuse hindamine

Külvi sügavust ja ühtlikkust võib määrata

- 1) enne taimede tärkamist mõõtejoonlaua, Kalentjevi puuri või mullahöövliga;
- 2) pärast taimede tärkamist.

Et määramise meetodika reas- ja hajukülvi korral on erinev, siis käsitletakse neid eraldi.

A. Kultuuride reaskülvi hindamine.

Enne taimede tärkamist korraldataval mõõtejoonlauaga määramisel tasandatakse määramiskohal mullapind ja mulla järk-järgulise eemaldamise teel avatakse üks esimeste ja üks tagumiste seemendite rida, kumbki 50 cm pikkuselt. Kui seemendid paiknevad ühes reas, võib piirduda igas määramiskohas ühe reaga. Ridades määratakse kõigepealt kõigi seemendite mullaspaiknemise sügavus ja saadud algandmed märgitakse katsepäevikusse. (Peeneseemneliste külvi kvaliteeti saab hinnata nii vaid siis, kui seemned on juba idanenud.)

Et samal ajal on võimalik määrata ka külvatud seemnete pindalalist jaotumist külvireas, siis loendatakse seemned ja mõõdetakse nende vahekaugused. Tulemused märgitakse samuti katsepäevikusse.

Taimejäänuste mullaspaiknemise sügavus cm				Taimejäänuste mullaspaiknemise keskmine sügavus \bar{x} cm	Standardhälve S cm	Taimejäänuste mullaspaiknemise ühtlikkuse tegur $V_m\%$
1	2	jne	10			
9	10		18	19	20	21

Määratakse igal katselapil neljas juhuslikult valitud kohas, seega neljal kuni kaheksal külvireal.

Külvisügavuse algandmeid töödeldakse järgmiselt.

1. Seemnete keskmine külvisügavus \bar{x}_1 (cm) leitakse valemi järgi

$$\bar{x}_1 = \frac{\sum x}{n}, \text{ kus}$$

$\sum x$ — seemnete külvisügavuste summa cm;

n — mõõdetud seemnete arv tk.

2. Külvisügavuse standardhälve S (cm) leitakse nii:

$$S = \frac{X_{\text{maks}} - X_{\text{min}}}{K}, \text{ kus}$$

X_{maks} — seemnete suurim külvisügavus cm;

X_{min} — seemnete väikseim külvisügavus cm;

K — tegur (vt. 3.1.1.) cm.

3. Külvisügavuse ühtlikkuse tegur

$$V_{\text{ks}}\% = 100 - \frac{S}{\bar{x}_1} \cdot 100, \text{ kus}$$

S — standardhälve cm;

\bar{x}_1 — seemnete keskmine külvisügavus cm.

Seemnete pindalalise jaotumise algandmeid töödeldakse järgmiselt.

1. Seemnete keskmine vahekaugus reas \bar{x}_2 (cm) leitakse valemi järgi

$$\bar{x}_2 = \frac{\sum x}{n}, \text{ kus}$$

$\sum x$ — seemnete vahekauguste summa külviridades cm;

n — mõõdetud vahekauguste arv tk.

2. Seemnete paiknemisühtlikkuse standardhälve S (cm) leitakse nii:

$$S = \frac{X_{\text{maks}} - X_{\text{min}}}{K}, \text{ kus}$$

x_{maks} — seemnete suurim vahekaugus reas cm;
 x_{min} — seemnete väikseim vahekaugus reas cm;
 K — tegur (vt. 3.1.1.) cm.

3. Seemne paiknemisühtlikkus reas e. külviühtlikkuse tegur

$$V_k^{\%} = 100 - \frac{S}{\bar{x}_2} \cdot 100, \text{ kus}$$

S — standardhälve cm;

\bar{x}_2 — seemnete keskmine vahekaugus reas cm.

Seemnete külvisügavuse ja pindalalise jaotumise andmed märgitakse järgmisevormilisse tabelisse.

Määramise aeg	Katselapi nr	Seemnete arv 50 jooksva l cm-l	Külvisügavus				Seemnete pindalaline jaotumine				
			Σx cm	keskmine \bar{x}_1 cm	standardhälve S cm	ühtlikkuse tegur $V_k^{\%}$	seemnete vahekauguste Σx cm	keskmine \bar{x}_2 cm	standardhälve S cm	külvi ühtlikkuse tegur $V_k^{\%}$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	

Edasi töödeldakse andmeid dispersioonimeetodil.

Enne tärkamist korraldataval määramisel Kalentjevi puuriga (sisselõiked 1-cm vahedega) võetakse katselapilt diagonaale mööda külviridade kohalt kindlate vahemaade tagant 20 proovi. Proovide võtmiseks surutakse puur mulda 5 ... 6 cm sügavamale ettenähtud keskmisest sügavusest. Seejärel puhastatakse puuri üks külj mullast, kõige alumisse sisselõikesse lükatakse siiber, et vältida mulla puurist väljapudenemist, ning puur eemaldatakse mullast. Pärast seda jaotatakse proov alates puuri alumisest osast siibrite abil 1-cm kihtideks. Iga kiht mulda paigutatakse sõelale, sellest eraldatakse seemned ja loendatakse.

Katselapilt võetud proovide algandmed märgitakse päevikusse ja nende alusel arvutatakse igas mullakihis esinenud seemnete keskmine protsent proovides esinenud seemnete koguarust, keskmine külvisügavus \bar{x} (cm), standardhälve S (cm) ja külvisügavuse ühtlikkuse tegur $V_{ks}^{\%}$ katselapil.

Saadud andmed märgitakse järgmisevormilisse tabelisse.

Määramise aeg	Katselapi nr	Seemnete esinemine 1-cm mullakihtides %						Külvisügavus			
		0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	jne	Σx cm	keskmine \bar{x} cm	standardhälve S cm	ühtlikkuse tegur $V_{ks}^{\%}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Edasi töödeldakse andmeid dispersioonimeetodil.

Kalentjevi puuriga tehtud määramised võimaldavad saada külvi sügavuse ja ühtlikkuse kohta väga täpseid andmeid, kuid sellega pole reaskülvi korral võimalik määrata külvi pindalalist ühtlikkust $V_k^{\%}$.

Mõõtejoonlaua abil määramine pärast taimede tärkamist sarnaneb enne tärkamist tehtava määramisega.

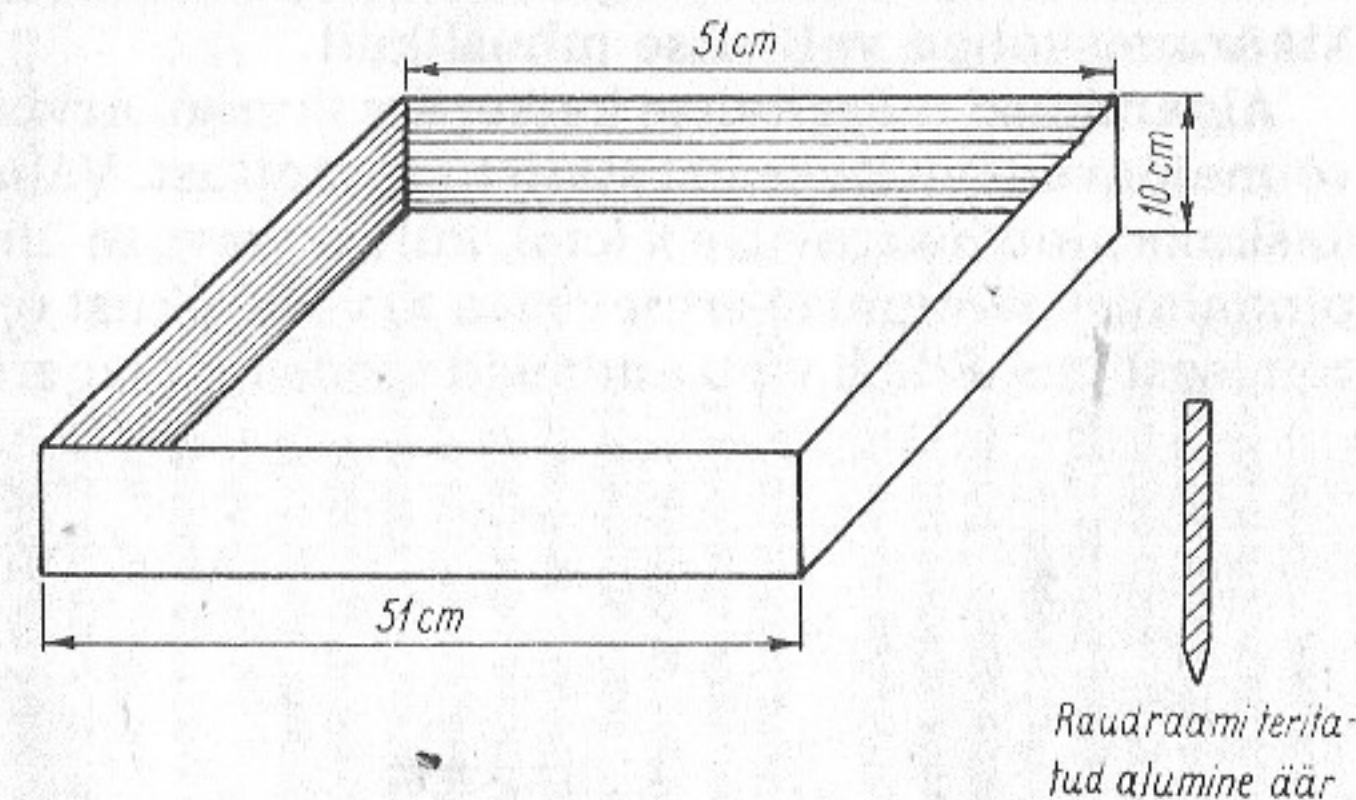
Määramiseks pärast kultuuride täielikku tärkamist igal katselapil neljas juhuslikult valitud kohas. Määramiskohas hinnatakse üht esimeste ja üht tagumiste seemendite rida. Kui seemendid paiknevad ühes reas, piirdatakse igas määramiskohas ühe rea. Igal külvireal mõõdetakse 50 cm pikkune lõik ja määratakse sellel esmalt taimede arv ja kõigi taimede omavahelised vahekaugused (cm). Seejärel eemaldatakse muld taimerea kõrvalt ja määratakse mõõtejoonlauaga seemnete mullaspaiknemise sügavus (cm).

Külvisügavuse ja seemnete pindalalise jaotumise algandmeid töödeldakse nii nagu enne tärkamist korraldataval määramisel.

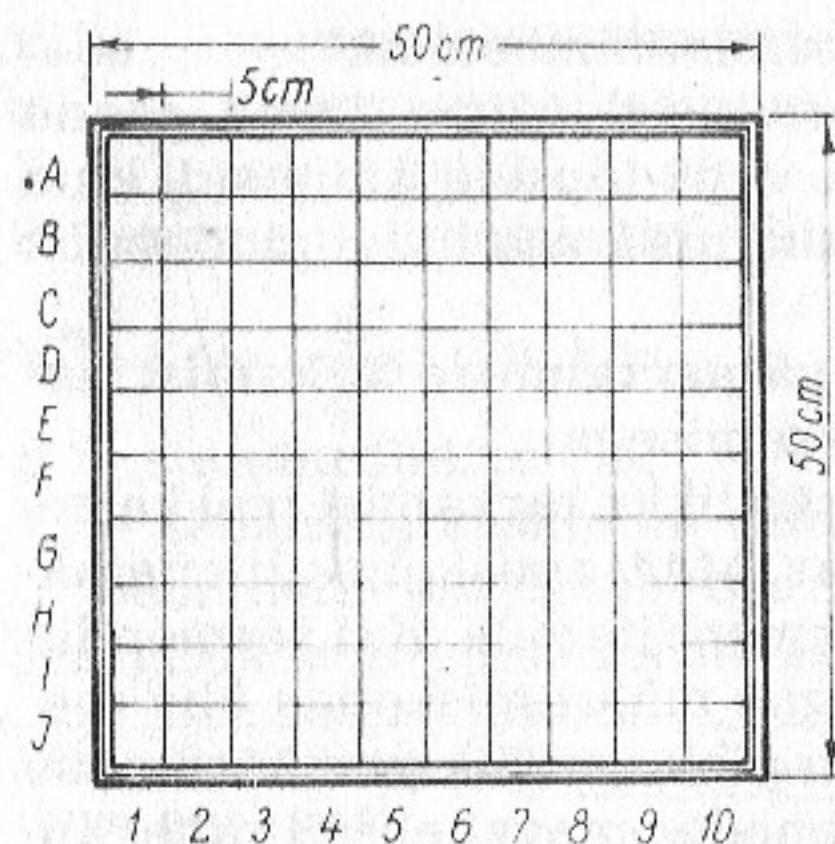
Läbitöötatud andmed märgitakse järgmisevormilisse tabelisse.

B. Teravilja hajukülvi hindamine.

Vahetult pärast külvi korraldataval mõõtejoonlauaga määramisel fikseeritakse määramiskoht 0,25-m² (51×51 cm) raudraamiga, mille ääred on 8 cm kõrged ja vertikaalsuunas 1-cm vahedeks jaotatud (joonis 69). Raami alumine äär on teritatud, nii et seda on võimalik kergesti mulda vajutada. Mullapind raami sees kergelt tasandatakse ja raam vajutatakse mulda nii, et raami ülemine äär jääks mullapinnaga tasa.



Joonis 69. Teritatud alumiste äärtega raudraam teravilja hajukülvi kvaliteedi hindamiseks



Joonis 70. Koordinaatruut

Seemnete pindalalise jaotumise ühtlikkuse määramiseks paigutatakse raami sisse mullapinnale puidust või mõnest muust materjalist koordinaatruut 50×50 cm, mis on jaotatud ruutudeks 5×5 cm (joonis 70), ning loendatakse eraldi igas ruudus mullapinnal olevad seemned. Ruudud on märgistatud tähtede ja numbritega, nii et seemnete paiknevuse saab katsepäevikusse kirjutada või joonistada koordinaatide järgi. Seejärel eemaldatakse mullapinnalt koordinaatruut ja kühvlikesega kooritakse ettevaatlikult ära 1 cm tüsedune mullakiht nii, et seejuures ei paigutataks ümber mulla alt vabanevaid seemneid ega tõstetaks neid välja koos eemaldatava mullaga. Siis paigutatakse koordinaatruut uuesti mullapinnale ja loendatakse igas ruudus mulla alt nähtavale tulnud seemned. Nõnda toimitakse seni, kuni seemneid mullas enam ei ole.

Määramised tehakse igal katselapil vähemalt 8 korduses. Määramiskohad valitakse juhuslikult.

Algandmed märgitakse katsepäevikusse. Arvukad algandmed võimaldavad mitmekesist statistilist töötlust. Välja võib arvutada keskmise külvisügavuse \bar{x} (cm), külvisügavuse ühtlikkuse teguri, pindalalise jaotumise erinevused arvutuslikust optimaalsest jaotumisest jms. Edasi võib andmeid töödelda dispersioonimeetodil.

Lisa

UMBROHTUDE NIMED LADINA, EESTI JA VENE KEELES

1. *Achillea millefolium* L.
2. *Aegopodium podagraria* L.
3. *Aethusa cynapium* L.
4. *Agrimonia eupatoria* L.
5. *Agrostemma githago* L.
6. *Agrostis stolonifera* L. var. *prorepens* Koch
7. *Agrostis tenuis* Sibth.
8. *Alchemilla vulgaris* L.
9. *Alopecurus aequalis* Sobol
10. *Alopecurus geniculatus* L.
11. *Alyssum alyssoides* (L.) Nathh.
12. *Amaranthus albus* L.
13. *Amaranthus retroflexus* L.
14. *Anagallis arvensis* L.
15. *Anchusa officinalis* L.
16. *Androsace septentrionalis* L.
17. *Anthemis arvensis* L.
18. *Anthemis cötula* L.
19. *Anthemis tinctoria* L.
20. *Anthoxanthum odoratum* L.
21. *Anthriscus sylvestris* (L.) Hoffm.
22. *Ápera spica-venti* (L.) Beauv.
23. *Arabidopsis Thaliana* (L.) Heynh.
24. *Arctium lappa* L.
25. *Arctium minus* (Hill.) Bernh.
26. *Arctium tomentosum* Mill.
27. *Arenaria serpyllifolia* L.
28. *Artemisia absinthium* L.
29. *Artemisia campestris* L.
30. *Artemisia vulgaris* L.

- | | |
|------------------------------|------------------------------|
| — harilik raudrohi | — тысячелистник обыкновенный |
| — harilik naat | — сныть обыкновенная |
| — koerputk | — кокорыш обыкновенный |
| — harilik maarjalepp | — репейничек аптечный |
| — äiakas (nisulill) | — куколь обыкновенный |
| — roomav e. valge kastehein | — полевика побегообразующая |
| — harilik kastehein | — полевика обыкновенная |
| — kortsleht (trida alaliike) | — манжетка обыкновенная |
| — ruuge rebasesaba | — лисохвост равный |
| — põlvjas rebasesaba | — лисохвост коленчатый |
| — tupp-kilbirohi | — бурачок чашечковый |
| — valge rebashein | — щирца белая |
| — tähkjas rebashein | — щирца запрокинутая |
| — põld-varsapõlv | — очный цвет полевой |
| — harilik imikas | — анхуза лекарственная |
| — harilik nõmmekann | — проломник северный |
| — valge karikakar | — пупавка полевая |
| — haisev karikakar | — пупавка вонючая |
| — kollane karikakar | — пупавка красильная |
| — lõhnav maarjalepp | — душистый колосок |
| | — обыкновенный |
| | — купырь лесной |
| | — метлица обыкновенная |
| | — резушка тала |
| | — лопух большой |
| | — лопух малый |
| | — лопух паутинистый |
| | — песчанка тимьянолистный |
| | — полынь горькая |
| | — полынь полевая |
| | — полынь обыкновенная |

31. *Asperúgo procumbens* L.
32. *Átriplex hortensis* L.
33. *Átriplex pátula* L.
34. *Átriplex hastáta* L.
35. *Átriplex tatárica* L.
36. *Avénta fátua* L.
37. *Avénta fátua* ssp. *cultiformis* Malz.
38. *Avénta fátua* ssp. *septentrionalis* Malz.
39. *Avénta strigósa* Schreb.
40. *Barbaréa arcuáta* (Opiz et J. et C. Presl.)
41. *Barbaréa vulgaris* R. Brown
42. *Bertéroa incána* (L.) DC
43. *Bídens tripartítas* L.
44. *Brássica campéstris* L.
45. *Brómus arvénis* L.
46. *Brómus móllis* L.
47. *Brómus secalínus* L.
48. *Búnias orientális* L.
49. *Cáltha palústris* L.
50. *Calystégia sépium* (L.) R. Brown
51. *Camelína alýssum* (Mill.) Thell.
52. *Camelína microcárpa* (Andrz. ex) DC
53. *Camelína satíva* (L.) Crantz em. Fr.
54. *Campánula glomeráta*
55. *Campánula pátula* L.
56. *Campánula rapunculoídes* L.
57. *Cánnabis ruderalis* D. Janisch.
58. *Capsélla búrsa-pastóris* (L.) Med.
59. *Cárduus acanthoídes* L.
60. *Cárduus crispus* L.
61. *Cárum cárvi* L.
62. *Centauréa cýanus* L.
63. *Centauréa jacéa* L.
64. *Centauréa scabiósa* L.

- karerohi
- aedmalts
- harilik malts
- odalehine malts
- tatari malts
- harilik tuulekaer
- terakas tuulekaer
- põhja tuulekaer
- liivkaer
- kaarkollakas
- läänekollakas
- hall kogelearohi
- kolmisruse
- põld-kapsasrohi
- põldluste
- pehme luste
- rukkiluste
- harilik tõlkjas
- harilik varsakabi
- tara-seatapp
- linatuder
- liivtuder
- põldtuder
- kerakellukas
- harilik kellukas
- kurekellukas
- varikanep
- harilik hiirekõrv
- torkav karuohakas
- káhar karuohakas
- kõõmen
- rukkilill
- arujumikas
- põldjumikas

65. *Cerástium arvénse* L.
66. *Cerástium holosteoídes* Fr.
67. *Chaenorrhinum viscidum* (Moench) Simonk.
68. *Chamaenénion angustifólium* (L.) Scop.
69. *Chelidónium május* L.
70. *Chenopódium álbum* L.
71. *Chenopódium foliósum* (Moench) Asch.
72. *Chenopódium gláucum* L.
73. *Chenopódium híbridum* L.
74. *Chenopódium polyspérnum* L.
75. *Chenopódium rúbrum* L.
76. *Chenopódium úrbicum* L.
77. *Cichórium intybus* L.
78. *Cicúta virósa* L.
79. *Cirsium acáule* (L.) Scop.
80. *Cirsium arvénse* (L.) Scop.
81. *Cisium heterophýllum* (L.) Hill.
82. *Cirsium hórridum* (Wimm. et Grab.) Stank.
83. *Cirsium oleráceum* (L.) Scop.
84. *Cirsium palústre* (L.) Scop.
85. *Cirsium vulgáre* Ten.
86. *Cónium maculátum* L.
87. *Conringia orientális* (L.) Dumort.
88. *Convólvulus arvénis* L.
89. *Coronária flos-cúculi* (L.) A. Braun
90. *Crépis biénis* L.
91. *Crépis tectorum* L.
92. *Cuscúta campéstris* Yuncck
93. *Cuscúta epílinum* Weihe
94. *Cuscúta epithýmum* Murr. (coll.)
95. *Cuscúta europaéa* L.
96. *Cuscúta trifólii* Bab.
97. *Cyclacháena xanthifólia* (Nutt.) Fres.
98. *Datúra stramónium* L.

- põld-kadakkas
 - harilik kadakkas
 - pihkane haiklõug
 - ahtalehine põdrakanep
 - harilik vereurmarohi
 - valge hanemalts
 - vits-hanemalts
 - vesihaljas hanemalts
 - vârd-hanemalts
 - paljuseemneline hanemalts
 - punane hanemalts
 - linn-hanemalts
 - harilik sigur
 - harilik mürkputk
 - varretu ohakas
 - põldohakas
 - villohakas
 - nõelohakas
 - seaohakas
 - soo-ohakas
 - tuliohakas
 - täpilise surmaputk
 - ida-suitsurohi
 - harilik kassitapp
 - harilik kâokann
 - kaheaastane koeratubakas
 - liiv-koertubakas
 - põldvõrm
 - linavõrm
 - liivatee-võrm
 - harilik võrm
 - ristiku-võrm
 - kõrge sâsikas
 - harilik ogaõun
- ясколка полевая
 - ясколка дернистая
 - хеноринут клейкий
 - хаменерион узколистный
 - чистотел большой
 - марь белая
 - марь многолистная
 - марь сизая
 - марь гибридная
 - марь многосеменная
 - марь красная
 - марь городская
 - цикорий обыкновенный
 - вех ядовитый
 - бодяк бесстебельный
 - бодяк полевой
 - бодяк разнолистный
 - бодяк колючий
 - бодяк огородный
 - бодяк болотный
 - бодяк обыкновенный
 - болиголов крапчатый
 - конрингия восточная
 - вьюнок полевой
 - горицвет кукушкин
 - скерда двулетняя
 - скедра кровельная
 - повилика полевая
 - повилика льняная
 - повилика тимьянная
 - повилика европейская
 - повилика клеверная
 - циклахена дурнишниковлистная
 - дурман обыкновенный

99. *Dáucus caróta* L.
 100. *Delphinium consolida* L. (*Consolida regalis* S. F. Gray)
 101. *Deschampsia caespitosa* (L.) Beauv.
 102. *Descurainia sóphia* (L.) Webb. ex Prantl.
 103. *Diplotaxis muralis* (L.) DC
 104. *Drába nemorosa* L.
 105. *Dracocéphalum ruyschiána* L.
 106. *Dracocéphalum thymiflorum* L.
 107. *Echinóchloa crús-gálli* (L.) Beauv.
 108. *Échium vulgáre* L.
 109. *Elytrigia répens* (L.) Desv. ex Nevski
 110. *Equisétum arvénse* L.
 111. *Equisétum palústre* L.
 112. *Equisétum praténse* Ehrh.
 113. *Erigeron ácer* L.
 114. *Erigeron canadénsis* L.
 115. *Eródium cicutárium* (L.) L' Her.
 116. *Eróphila vérna* (L.) Chevall
 117. *Erucástrum gallicum* (Willd.)
 118. *Erysimum cheiranthoídes* L.
 119. *Euphórbia cyparissias* L.
 120. *Euphórbia esula* L. (coll.)
 121. *Euphórbia helioscópia* L.
 122. *Euphórbia virgáta* Waldst. et Kit.
 123. *Euphrasia officinális* L. (coll.)
 124. *Fagorýrum tatáricum* (L.) Gaernt.
 125. *Festúca ovína* L.
 126. *Festúca rubra* L.
 127. *Filágo arvénis* L.
 128. *Filágo mínima* (J.E. Smith) Pers.
 129. *Filipéndula ulmária* (L.) Max. (coll.)
 130. *Filipéndula vulgáris* Moench.
 131. *Fumária officinális* L.
- aruporgand
 — põld-varesjalg
 — luht-kastevars
 — rihu-peenlook
 — müür-liivsinep
 — metskevadik
 — sile tondipea
 — karvane tondipea
 — tähkjas kukehirss
 — ussikeel
 — harilik orashein
 — põldosi
 — soo-osi
 — aasosi
 — jaani-õnnehein
 — kanada õnnehein
 — harilik kurekael
 — harilik varakevadik
 — gallia koerasinep
 — põld-harakalatv
 — küpress-piimalill
 — kibe piimalill
 — harilik piimalill
 — vits-piimalill
 — silmarohi
 — idatatar
 — lamba-aruhein
 — punane aruhein
 — põld-paganapea
 — väike paganapea
 — viltjalehine angervaks
 — angerpist
 — harilik punand
- морковь дикая
 — живокость полевая
 — луговик пернистый
 — дескурайния софия
 — двурядка стенная
 — крупка перелесковая
 — змееголовник
 — змееголовник тимьяноцветковый
 — ежовник обыкновенный
 — синяк обыкновенный
 — пырей ползучий
 — хвощ полевой
 — хвощ болотный
 — хвощ луговой
 — мелколепестник едкий
 — мелколепестник канадский
 — аистник обыкновенный
 — веснянка весенная
 — капустник гальский
 — желтушник левкойный
 — молочай кипарисовый
 — молочай острый
 — молочай солнцегляд
 — молочай лозный
 — очанка обыкновенная
 — гречиха татарская
 — овсяница овечья
 — овсяница красная
 — жабник полевой
 — жабник мелкий
 — лабазник вязолистный
 — лабазник обыкновенный
 — дымянка лекарственная

132. *Galeópsis bifida* Boenh.
 133. *Galeópsis ládanum* L.
 134. *Galeópsis pubéscens* Bess.
 135. *Galeópsis spéciósa* Mill.
 136. *Galeópsis tétrahit* L.
 137. *Galinsóga ciliáta* (Raf.) Blake
 138. *Galinsóga parviflóra* Cavan.
 139. *Galium aparíne* L.
 140. *Galium boreále* L.
 141. *Galium mollúgo* L.
 142. *Galium spúrium* L.
 143. *Geráanium mólle* L.
 144. *Geráanium praténse* L.
 145. *Geráanium pusillum* Burm. fil.
 146. *Geráanium Robertianum* L.
 147. *Geráanium sylváticum* L.
 148. *Glechóma hederáceae* L.
 149. *Gnaphálium sylváticum* L.
 150. *Gnaphálium uliginósum* L.
 151. *Gypshóphila murális* L.
 152. *Heracléum sibiricum* L.
 153. *Herniária glábra* L.
 154. *Hierácium Bauhini* Bess. (coll.)
 155. *Hierácium pilosélla* L. (coll.)
 156. *Hierácium umbellátum* L. (coll.)
 157. *Hypericum maculátum* Crantz.
 158. *Hypericum perforátum* L.
 159. *Impatiens parviflóra* DC
 160. *Juncus articulátus* L.
 161. *Juncus bufónius* L. (coll.)
 162. *Juncus compressus* N.I. Jacq.
 163. *Juncus conglomerátus* L.
 164. *Juncus effusus* L.
 165. *Knaútia arvénis* (L.) Th.Coult.

- pügaldunud kõrvik
 — ahtalehine kõrvik
 — pehmekarvane kõrvik
 — kirju kõrvik
 — kare kõrvik
 — karvane võõrkakar
 — paljas võõrkakar
 — roomav madar
 — värvmadar
 — pehme madar
 — põldmadar
 — pehme kurereha
 — aas-kurereha
 — madal kurereha
 — haisev kurereha
 — mets-kurereha
 — harilik maajalg (kassiratas)
 — mets-kassiurb
 — soo-kassiurb
 — müür-kipslill
 — siberi karuputk
 — sõõr-reiarohi
 — ungari hunditubakas
 — karvane hunditubakas
 — sarikjas hunditubakas
 — kandiline naistepuna
 — liht-naistepuna
 — väikeseeiline lemmalts
 — laikviljaline luga
 — kraavluga
 — lapik luga
 — keraluga
 — harilik luga
 — harilik aiatar
- пикульник двунадрезный
 — пикульник ладанниковый
 — пикульник пушистый
 — пикульник заметный
 — пикульник обыкновенный
 — галинсога ресничатая
 — галинсога мелкоцветковая
 — подмаренник цепкий
 — подмаренник бореальный
 — подмаренник мягкий
 — подмаренник ложный
 — герань нежная
 — герань луговая
 — герань малая
 — герань Роберта
 — герань лесная
 — будра плющевидная
 — сушеница лесная
 — сушеница топяная
 — качим постенный
 — борищевик сибирский
 — грыжник голый
 — ястребинка Баутина
 — ястребинка волосистая
 — ястребинка зонтичная
 — зверобой пятнистый
 — зверобой пронзенный
 — недотрога мелкоцветковая
 — ситник членистый
 — ситник жабий
 — ситник сплюснутый
 — ситник скученный
 — ситник развесистый
 — короставник полевой

166. *Lactuca serriola* Torn.
 167. *Lámiu* álbum L.
 168. *Lámiu amplexicaule* L.
 169. *Lámiu híbridu* Vill.
 170. *Lámiu purpureu* L.
 171. *Láppula squarrosa* (Retz.) Dumort.
 172. *Lapsána* comúnis L.
 173. *Lathráea squamária* L.
 174. *Láthyru* pratensis L.
 175. *Leóntodon autumnális* L.
 176. *Leonúrus villósus* D'Urv.
 177. *Lepídium densifloru* Schrad.
 178. *Lepídium ruderále* L.
 179. *Leucánthemum vulgáre* (L.) Lam.
 180. *Linária vulgáris* Mill.
 181. *Lithospérú* arvense L.
 182. *Lólium remótum* Schrank.
 183. *Lólium temuléntum* L.
 184. *Lúzula multiflóra* (Ehrh.) Lej.
 185. *Lúzula palléscens* (Wahlenb.) Swartz.
 186. *Lycópsis arvensis* L.
 187. *Lysimáchia nummulária* L.
 188. *Lysimáchia vulgáris* L.
 189. *Málva pusilla* With.
 190. *Matricária inodora* L. (e. *Tripleurospermum inodorum* (L.) Schultz-Bip
 191. *Matricária recútita* L.
 192. *Matricária suaveólens* (Pursh.) Buchen.
 193. *Medicágo lupulina* L.
 194. *Melampýrum arvense* L.
 195. *Melándrium álbum* (Mill.) Garke
 196. *Melilótus álbus* Med.
 197. *Melilótus officinális* (L.) Pall.
 198. *Méntha arvensis* L.

- noollehine salat
 — valge iminõges
 — hõlmine iminõges
 — hambune iminõges
 — verev iminõges
 — siil-takelrohi
 — harilik linnukapsas
 — harilik kõopäkk
 — aas-seahernes
 — sügisene seanupp
 — väiste-südamerohi
 — liivkress
 — haisev kress
 — harilik härjasilm
 — harilik kõokannus
 — põld-rusujuur
 — lina-raihein
 — uimastav raihein
 — mitmeõieline piiphein
 — kahkjas piiphein
 — harilik karukeel
 — roomav metsviits
 — harilik metsviits
 — ümaralehine kassinaeris
 — kesalill
 — teekummel
 — lõhnav kummel
 — humallutsern
 — põld-härghein
 — valge pusurohi
 — valge mesik
 — kollane mesikas
 — põldmünt

- латук дикий
 — яснотка белая
 — яснотка стеблеобъемляющая
 — яснотка гибридная
 — яснотка пурпуровая
 — липучка ежевидная
 — бородавник обыкновенный
 — петров крест чешуйчатый
 — чина луговая
 — кульбаба осенняя
 — пустырник волосистый
 — клоповник густоцветковый
 — клоповник мусорный
 — ниявник обыкновенный
 — льянка обыкновенная
 — воробейник полевой
 — плевел расставленный
 — плевел опьяняющий
 — ожика многоцветковая
 — ожика бледноватая
 — кривоцвет полевой
 — вербейник монетчатый
 — вербейник обыкновенный
 — просвирник низкий
 — трёхрёберник непахучий
 — ромашка лекарственная
 — ромашка ромашковидная
 — люцерна хмелевидная
 — марьянник полевой
 — дрёма белая
 — донник белый
 — донник лекарственный
 — мята полевая

199. *Myosótis arvensis* (L.) Hill
 200. *Myosótis stricta* Link ex. Roem. et Schult.
 201. *Myosúrus minimus* L.
 202. *Nárdus stricta* L.
 203. *Néslia paniculáta* (L.) Desv.
 204. *Odonítites serótina* Dumort
 205. *Oenánthe aquática* (L.) Poir.
 206. *Onónis arvensis* L.
 207. *Onónis répens* L.
 208. *Papáver argemóne* L.
 209. *Papáver dubium* L.
 210. *Papáver rhóeas* L.
 211. *Pastináca silvéstris* Gars.
 212. *Pedicularis palústris* L.
 213. *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.
 214. *Pimpinélla saxifraga* L.
 215. *Plañtágo lanceoláta* L.
 216. *Plañtágo májor* L.
 217. *Plañtágo média* L.
 218. *Póa annua* L.
 219. *Póa compresáa* L.
 220. *Póa triviális* L.
 221. *Polýgonum amphíbium* L.
 222. *Polýgonum arenástrum* Bor.
 223. *Polýgonum aviculáre* L.
 224. *Polýgonum convólulus* L.
 225. *Polýgonum hydrópiper* L.
 226. *Polýgonum lapathifólium* L.
 227. *Polýgonum linicola* Sutul.
 228. *Polýgonum mínus* Huds.
 229. *Polýgonum persicária* L.
 230. *Potentilla anserína* L.
 231. *Potentilla argénteá* L. (coll.)
 232. *Potentilla heidenréichii* Zimmet.

- põld-lõosilm
 — liiv-lõosilm
 — väike hüresaba
 — jusshein
 — põld-linnutuder
 — harilik kamaras
 — harilik vesiputk
 — haisev jooksjarohi
 — roomav jooksjarohi
 — liivmagun
 — põldmagun
 — kukemágun
 — harilik moorputk
 — soo-kuuskjalg
 — harilik pilliroog
 — harilik näär
 — süstlehine teeleht
 — suur teeleht
 — keskmise teeleht
 — murunurmikas
 — lapik nurmikas
 — harilik nurmikas
 — vesi-kirburohi
 — harilik linnurohi
 — erilehine linnurohi
 — konnatatar
 — mõru kirburohi
 — kahar kirburohi
 — lina-kirburohi
 — väike kirburohi
 — harilik kirburohi
 — hanijalg
 — hõbemagun
 — karvane maran
 — незабудка полевая
 — незабудка мелкоцветковая
 — мышехвостник маленкий
 — белуос торчащий
 — неслия метельчатая
 — зубчатая поздняя
 — омежник водный
 — стальник пашенный
 — стальник пользучий
 — мак артемона
 — мак сомнительный
 — мак самосейка
 — пастернак дикий
 — мытник болотный
 — тростник обыкновенный
 — бедренец камеломковый
 — подорожник ланцетолистный
 — подорожник большой
 — подорожник средний
 — мятлик однолетний
 — мятлик сплюснутый
 — мятлик обыкновенный
 — горец земноводный
 — горец птичий
 — горец разнолистный
 — горец вьющийся
 — горец перечный
 — горец развесистый
 — горец льняной
 — горец малый
 — горец почечуйный
 — лапчатка гусиная
 — лапчатка серебристая
 — лапчатка Гейденрейха

233. *Potentilla intermedia* L.
 234. *Potentilla norvegica* L.
 235. *Potentilla reptans* L.
 236. *Prunella vulgaris* L.
 237. *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn
 238. *Ranunculus acris* L.
 239. *Ranunculus auricomus* L. (coll.)
 240. *Ranunculus ficaria* L.
 241. *Ranunculus polyanthemos* L.
 242. *Ranunculus repens* L.
 243. *Ranunculus sceleratus* L.
 244. *Raphanus raphanistrum* L.
 245. *Rhinanthus minor* L. (coll.)
 246. *Rhinanthus serotinus* (Schönh.) Oborny (coll.)
 247. *Rubus caesius* L.
 248. *Rumex acetosa* L.
 249. *Rumex acetosella* L.
 250. *Rumex confertus* Willd.
 251. *Rumex crispus* L.
 252. *Rumex longifolius* DC
 253. *Rumex obtusifolius* L.
 254. *Sagina nodosa* (L.) Fenzl.
 255. *Sagina procumbens* L.
 256. *Scleranthus annuus* L.
 257. *Scleranthus perennis* L.
 258. *Scrophularia nodosa* L.
 259. *Sedum acre* L.
 260. *Sedum maximum* (L.) Suter
 261. *Sedum telephium* L.
 262. *Senecio jacobaea* L.
 263. *Senecio viscosus* L.
 264. *Senecio vulgaris* L.
 265. *Setaria viridis* (L.) Beauv.
 266. *Silene cucubalus* Wibel
- vahelmine (keskmine) maran
 — norra maran
 — roomav maran
 — harilik käbihein
 — kilpjalg
 — kibe tulikas
 — kuldtulikas
 — kanakoole
 — mitmeõieline tulikas
 — roomav tulikas
 — mürktulikas
 — põldrõigas
 — väike robirohi
 — suur robirohi
 — põldmurakas
 — hapuoblikas
 — väike oblikas
 — hobuoblikas
 — kárnoblikas
 — koduoblikas
 — tõmbilehine oblikas
 — sõlmine kesakann
 — lamav kesakann
 — põld-kaderohi
 — hall kaderohi
 — harilik sealõuarohe
 — harilik kukehari
 — suur kukehari
 — verev kukehari
 — voolme-ristirohi
 — pihkane ristirohi
 — harilik ristirohi
 — roheline kukeleib
 — harilik põisrohi
- лапчатка средняя
 — лапчатка норвежская
 — лапчатка ползучая
 — черноголовка обыкновенная
 — орляк обыкновенный
 — лютик едкий
 — лютик золотистый
 — чистяк весенний
 — лютик многоцветковый
 — лютик ползучий
 — лютик ядовитый
 — редька полевая
 — погребок малый
 — погребок большой
 — ежевика сизая
 — щавель обыкновенный
 — щавель воробьиный
 — щавель конский
 — щавель курчавый
 — щавель длиннолистный
 — щавель туполистный
 — мшанка узловатая
 — мшанка лежащая
 — дивала однолетняя
 — дивала многолетняя
 — норичник узловатый
 — очиток едкий
 — очиток большой
 — очиток обыкновенный
 — крестовник Якова
 — крестовник липкий
 — крестовник обыкновенный
 — щетинник зелёный
 — смолёвка обыкновенная

267. *Silene dichotoma* Ehrh.
 268. *Silene noctiflora* L.
 269. *Silene nutans* L.
 270. *Silene viscosa* (L.) Pers.
 271. *Sinapis alba* L.
 272. *Sinapis arvensis* L.
 273. *Sisymbrium altissimum* L.
 274. *Sisymbrium loeselii* Jusl.
 275. *Sisymbrium officinale* (L.) Scop.
 276. *Solanum nigrum* L.
 277. *Solidago virgaurea* L.
 278. *Sonchus arvensis* L.
 279. *Sonchus asper* (L.) Hill.
 280. *Sonchus oleraceus* L.
 281. *Spérgula arvensis* L. (coll.)
 282. *Spérgula linicola* Bor.
 283. *Spérgula máxima* Weihe.
 284. *Spérgula sativa* Boenh. var. *culta*
 285. *Spergularia rubra* (L.) J. et C. Presl.
 286. *Spergularia salina* J. et C. Presl.
 287. *Stachys palustris* L.
 288. *Stellaria graminea* L.
 289. *Stellaria média* (L.) Vill.
 290. *Symphytum asperum* Lep.
 291. *Symphytum officinale* L.
 292. *Tanacetum vulgare* L.
 293. *Taraxacum officinale* Web. et Wigg.
 294. *Thlaspi arvense* L.
 295. *Tórilis japonica* (Houtt.) DC
 296. *Tragopogon pratensis* L.
 297. *Trifolium arvense* L.
 298. *Trifolium aureum* Poll.
 299. *Trifolium montanum* L.
 300. *Trifolium pratense* L. (coll.)

- harkjas põisrohi
 — õõ-põisrohi
 — longus põisrohi
 — pihkane põisrohi
 — valge sinep
 — põldsinep
 — suur unilook
 — karvane unilook
 — harilik unilook
 — must maavits
 — harilik kuldvits
 — põld-pimohakas
 — kare pimohakas
 — harilik pimohakas
 — harilik nälghain
 — lina-nälghain
 — suur nälghain
 — külvi-nälghain
 — punane sõlmhein
 — rand-sõlmhein
 — soo-nõianõges
 — oras-tähnhein
 — vesihein
 — kare varemerohi
 — harilik varemerohi
 — harilik soolikarohi
 — harilik võilill
 — põld-litterhein
 — jaapani harjasputk
 — harilik piimuur
 — kassiristik
 — kuldristik
 — mägeristik
 — aasristik
- смолёвка вильчатая
 — смолёвка ночная
 — смолёвка поникшая
 — смолёвка липкая
 — горчица белая
 — голчица полевая
 — гулявник высокий
 — гулявник Лёзеля
 — гулявник лекарственный
 — паслён чёрный
 — золотарник обыкновенный
 — осот полевой
 — осот шероховатый
 — осот огородный
 — торица обыкновенная
 — торица льняная
 — торица крупная
 — торица посевная
 — торичник красный
 — торичник солончаковый
 — чистец болотный
 — звездчатка злаковидная
 — звездчатка средняя
 — окопник жёсткий
 — окопник лекарственный
 — пижма обыкновенная
 — одуванчик обыкновенный
 — ярутка полевая
 — торилис японский
 — козлобородник луговой
 — клевер пашенный
 — клевер золотистый
 — клевер горный
 — клевер луговой

301. <i>Trifolium spadiceum</i> L.	— pruun ristik	— клевер каштановый
302. <i>Turritis glabra</i> L.	— lehmakapsas	— вяжечка голая
303. <i>Tussilago farfara</i> L.	— paiseleht	— мать-и-мачеха обыкновенная
304. <i>Urtica dioica</i> L.	— kõrvenõges	— крапива двудомная
305. <i>Urtica urens</i> L.	— raudnõges	— крапива жгучая
306. <i>Valerianaella locusta</i> (L.) Betcke	— põldkännak	— валерианелла колосковая
307. <i>Verbascum nigrum</i> L.	— must vägihein	— коровяк чёрный
308. <i>Verbascum thapsus</i> L.	— üheksavägine	— коровяк обыкновенный
309. <i>Veronica agrestis</i> L.	— kesamailane	— вероника пашенная
310. <i>Veronica arvensis</i> L.	— põldmailane	— вероника полевая
311. <i>Veronica chamaedrys</i> L.	— külmamailane	— вероника дубравная
312. <i>Veronica filiformis</i> Smith.	— niitjas mailane	— вероника нитевидная
313. <i>Veronica opaca</i> Fr.	— tumeroheline mailane	— вероника тусклая
314. <i>Veronica persica</i> Poir.	— pärsia mailane	— вероника персидская
315. <i>Veronica serpyllifolia</i> L.	— liivateeleheline mailane	— вероника тимьянолистная
316. <i>Veronica verna</i> L.	— kevadmailane	— вероника весенняя
317. <i>Vicia angustifolia</i> L.	— ahtalehine hiirehernes	— горошек узколистный
318. <i>Vicia cracca</i> L.	— harilik hiirehernes	— горошек мышиный
319. <i>Vicia hirsuta</i> (L.) S.F. Gray	— karvane hiirehernes	— горошек волосистый
320. <i>Vicia sepium</i> L.	— aed-hiirehernes	— горошек заборный
321. <i>Vicia tetrasperma</i> (L.) Schreb.	— neljaseemneiline hiirehernes	— горошек четырехсемянный
322. <i>Vicia villosa</i> Roth.	— põld-hiirehernes	— горошек мохнатый
323. <i>Viola arvensis</i> Murr.	— põldkannike	— фиалка полевая
324. <i>Viola tricolor</i> L.	— aaskannike	— фиалка трехцветная
325. <i>Xanthium riparium</i> L.	— astel-väärtakjas	— дурнишник колючий
326. <i>Xanthium strumarium</i> L.	— pugu-väärtakjas	— дурнишник обыкновенный

SISUKORD

I.	Sissejuhatus	3
	Muldade agrofüüsikalised ja füüsikalise-mehaanilised omadused, nende uurimise meetodid	5
1.	Muldade füüsikalised omadused ja nende uurimise meetodid	5
1.1.	Mulla mehaaniline koostis	6
1.1.1.	Mulla mehaanilise koostise määramine	7
1.2.	Mulla tahke faasi tihedus	10
1.2.1.	Mulla tahke faasi tiheduse määramine püknomeetriga	11
1.3.	Mulla lasuvustihedus	13
1.3.1.	Mulla lasuvustiheduse määramine silindrite meetodil	14
1.4.	Mulla poorsus	17
1.5.	Mulla faasiline ehitus	20
1.5.1.	Mulla faasilise ehituse määramine silinderpuuriga	20
1.6.	Mulla struktuursus	27
1.6.1.	Mulla makroagregaatide (makrostruktuuri) kvantitatiivne ja kvalitatiivne analüüs N. Savvinovi meetodil	29
1.6.2.	Mulla makroagregaatide kvalitatiivne analüüs (suhteliselt veekindlate mullaagregaatide määramine) Baksejevi aparaadiga	32
1.6.3.	Mulla makroagregaatide kvalitatiivne analüüs P. Andrianovi meetodil	34
1.6.4.	Mulla mikroagregaadid ja nende analüüs N. Katšinski meetodil	36
1.7.	Mulla eripind	37
1.7.1.	Mulla eripinna määramine	38
1.7.2.	Mulla eripinna arvutamine prof. E. Kitse meetodil	39
1.8.	Mulla temperatuur ja selle määramine	40
2.	Muldade füüsikalise-mehaanilised omadused	41
2.1.	Mulla kõvadus	41
2.1.1.	Mulla kõvaduse määramine Revjakini kõvadusemõõtjaga	42
2.1.2.	Mulla kõvaduse määramine Kunze penetromeetriga	43
2.2.	Mulla sidusus	45
2.2.1.	Mulla sidususe määramine standardproovide meetodil	45
2.2.2.	Savimuldade struktuurse sidususe määramine välilaboratooriumi ПЛЛ-9 komplekti kuuluva seadmega	47
2.3.	Mulla plastilisus	49
2.3.1.	Mulla plastilisuse määramine Atterbergi meetodil	50
2.3.2.	Mulla plastilisuse määramine Vassiljevi-Fjodorovi meetodil	51
2.4.	Mulla kleepuvus ja selle määramine	53
2.4.1.	Mulla kleepuvuse määramine N. Katšinski meetodil	53
2.5.	Mulla mahuline muutumine ja selle määramine	56
2.5.1.	Mulla mahulise muutumise hindamine mulla kokkutõmbuvuse määramise teel	56
2.6.	Mulla libisemishoordumine	58
2.6.1.	Mulla libisemishoordumise määramine P. Bahtini meetodil	58
2.7.	Mulla struktuuritekke optimaalne niiskus	59

2.7.1.	Mulla struktuuritekke optimaalse niiskuse määramine D. Vilenski meetodil.....	59
2.8.	Mulla optimaalne murenemisniiskus.....	61
2.8.1.	Mulla optimaalse murenemisniiskuse organoleptiline määramine.....	61
II.	Muldade hüdrofüüsikalised omadused ja nende uurimismeetodid.....	62
1.	Mulla niiskus.....	63
1.1.	Mulla kaalulise niiskuse määramine proovide kuivatamisega kuivatuskapis.....	63
1.2.	Mulla niiskuse määramise kiirmeetodid.....	65
1.2.1.	Mulla niiskuse määramine niiskusemõõturiga AM-11.....	65
2.	Mulla maksimaalne hügroskoopsus.....	66
2.1.	Mulla maksimaalse hügroskoopsuse määramine A. Nikolajevi meetodil.....	66
3.	Närbumispunkti niiskus ja selle määramine.....	67
3.1.	Närbumispunkti niiskuse määramine idandite meetodil.....	68
3.2.	Närbumispunkti niiskuse määramine arvutuslikul teel.....	69
4.	Mulla veemahutavus, selle liigid ja määramine.....	69
4.1.	Mulla maksimaalne molekulaarne veemahutavus (W_{mm}).....	70
4.1.1.	Maksimaalse molekulaarse veemahutavuse määramine Litvinovi seadmega.....	71
4.2.	Väliveemahutavus (W_v).....	72
4.2.1.	Väliveemahutavuse määramine.....	72
4.3.	Kapillaarne veemahutavus (W_k).....	73
4.4.	Täielik, e. maksimaalne veemahutavus (W_{maks}).....	74
4.4.1.	Täieliku, e. maksimaalse veemahutavuse määramine arvutuslikul teel.....	74
5.	Mulla veeläbilaskvus.....	75
5.1.	Mulla veeläbilaskvuse määramine raamide meetodil.....	75
5.2.	Veeläbilaskvuse määramine N. Katšinski järgi torude meetodil.....	76
5.3.	Veeläbilaskvuse määramine Vassiljevi-Dospehhovi seadmega.....	78
5.4.	Veeläbilaskvuse määramine Litvinovi seadmega.....	80
6.	Mullavee liikumine.....	80
6.1.	Kapillaarvee tõusu, kõrguse ja kiiruse määramine.....	81
III.	Muldade aerofüüsikalised omadused ja nende uurimismeetodid.....	82
1.	Mulla õhusisaldus (P_{ohk}).....	82
1.1.	Mulla õhusisalduse määramine silinderpuuriga.....	82
2.	Mulla õhumahutavus e. aeratsioonipoorsus (P_{aer}).....	83
2.1.	Mulla õhumahutavuse e. aeratsiooni poorsuse (P_{aer}) määramine silinderpuuriga.....	83
3.	Mulla õhuläbilaskvus.....	83
3.1.	Mulla õhuläbilaskvuse määramine Evansi ja Kirchami meetodil.....	84
4.	Mulla ja atmosfääri vaheline gaasivahetus.....	85
4.1.	Gaasivahetuse ja mulla bioloogilise aktiivsuse kaudne hindamine süsihappegaasi (CO_2) eraldamise järgi mullast V. Štatnovi meetodil.....	85
4.2.	Gaasivahetuse ja mulla bioloogilise aktiivsuse hindamine süsihappegaasi (CO_2) eraldumise järgi mullast G. Oganovi meetodil.....	87
IV.	Erosioon ja selle uurimismeetodid.....	89
1.	Tuuleerosioon.....	89
1.1.	Mulla tuuleerosioonikindluse määramine.....	90
1.2.	Tuuleerosiooni intensiivsuse määramine.....	91
1.2.1.	Tuuleerosioonile alluvate, veeremise ja libisemise teel ärakantavate mullaosakeste kvantitatiivne määramine.....	91

1.2.2.	Tuuleerosiooniga ärakantavate mullaosakeste kogumassi määramine Golunovi seadmega.....	92
2.	Vee-erosioon.....	93
2.1.	Vee-erosiooni intensiivsuse määramine S. Sobolevi meetodil.....	94
V.	Umbrohud ja nende uurimismeetodid.....	97
1.	Umbrohud.....	97
2.	Umbrohtude kahjulikkus.....	97
3.	Umbrohtude bioloogilised iseärasused.....	100
4.	Umbrohtude morfoloogiast.....	100
5.	Umbrohtude paljunemine, levimine ja seda soodustavad tegurid.....	104
5.1.	Seemnete moodustumine.....	105
5.1.1.	Viljade liigid.....	106
5.2.	Seemnete levimine ja seda soodustavad tegurid.....	111
5.3.	Seemnete idanemine.....	114
5.4.	Vegetatiivne paljunemine.....	115
6.	Umbrohtude klassifikatsioon ja tähtsamad esindajad.....	115
6.1.	Parasiitumbrohud.....	116
6.1.1.	Täisparasiitumbrohud.....	116
6.1.2.	Poolparasiitumbrohud.....	119
6.2.	Mitteparasiitumbrohud.....	119
6.2.1.	Lühiealised umbrohud.....	119
6.2.1.1.	Üheaastased umbrohud.....	119
6.2.1.2.	Kaheaastased umbrohud.....	133
6.2.2.	Pikaealised, e. mitmeaastased umbrohud.....	134
6.2.2.1.	Paiksed umbrohud.....	135
6.2.2.2.	Rändlikud, e. vegetatiivselt hästi levivad umbrohud.....	148
6.3.	Karantiinumbrohud.....	160
7.	Umbrohtude tõusmed.....	161
7.1.	Tõusmete moodustumine ja morfoloogia.....	162
7.2.	Enam levinud umbrohtude tõusmed agrobioloogiliste rühmade kaupa.....	163
8.	Külvises, söötades, sõnnikus ja mullas sagedamini esinevad umbrohuseemned.....	163
9.	Umbrohtude tundmaõppimise meetodid.....	206
9.1.	Umbrohtude tundmaõppimine herbaariumi abil ja looduses.....	206
9.2.	Umbrohtude tundmaõppimine.....	207
9.3.	Umbrohuseemnete tundmaõppimine.....	208
10.	Kõlvikute umbrohtumuse uurimise meetodid.....	210
10.1.	Umbrohtumuse hindamise kvantitatiivsed meetodid.....	211
10.1.1.	Umbrohtude arvukuse määramine.....	211
10.1.2.	Umbrohtude massi määramine.....	212
10.1.3.	Umbrohtude mahu määramine.....	212
10.1.4.	Pinna projektiivse katvuse määramine.....	213
10.1.5.	Umbrohtude rindelisuse määramine.....	215
10.1.6.	Umbrohtude esinemissageduse määramine.....	215
10.2.	Umbrohtumuse hindamise visuaalsed meetodid.....	217
10.2.1.	A. Tulikovi visuaalne arvutuslik meetod.....	217
10.2.2.	A. Maltsevi visuaalne arvutuslik meetod.....	220
10.4.	Umbrohuseemnete varu mullas.....	221
10.4.1.	Umbrohuseemnete varu määramine mullas EPA maaviljeluse kateedri metoodika järgi.....	221
10.5.	Umbrohtude kaardistamine ja kaardiandmete kasutamine.....	226

VI.	Taimede juurestiku uurimismeetodid.....	228
1.	Juurestiku uurimismeetodid taimede kasvukohal.....	228
1.1.	Juurestiku morfoloogiline uurimine süvendi meetodil.....	229
1.2.	Juurestiku uurimine mullamonoliitide meetodil.....	230
1.3.	Juurestiku uurimine proovitükkide kaalulisel meetodil.....	231
1.4.	Juurestiku pikkuse, läbimõõdu ja pindala määramine.....	233
2.	Juurte mullast väljapesemine.....	234
3.	Juurte mahu ja massi määramine.....	236
4.	Mulla juurtega küllastatuse ja juurestiku produktiivsuse arvutamine.....	237
5.	Pikaealiste umbrohtude juurestiku ja selle uurimise iseärasused.....	238
5.1.	Pikaealiste umbrohtude juurestiku klassifikatsioon.....	238
5.2.	Pikaealiste umbrohtude juurestiku uurimise iseärasused.....	239
5.2.1.	Vegetatiivse paljunemise organite (juured, risoomid) vertikaalse ja horisontaalse leviku määramine mullas.....	239
5.2.2.	Vegetatiivse paljunemise organite (juured, risoomid) paiknevuse määramine eri mullakihtides.....	239
VII	Orgaanilise materjali (tüü, juured ja muu) lagunemisprotsesside uurimise meetodid.....	240
1.	Taimejäänuste lagunemise intensiivsuse määramise kaaluline meetod.....	241
2.	Taimejäänuste lagunemise intensiivsuse määramine fikseeritud väljakute meetodil.....	241
3.	Orgaanilise materjali lagunemiskiiruse määramine linase riide meetodil.....	242
4.	Taimejäänuste lagunemise intensiivsuse määramine laboratooriumis.....	244
VIII	Herbitsiidid, nende omadused ja kasutamine.....	244
1.	Umbrohtude ohtruse kriitilise piiri määramine.....	245
2.	Herbitsiidide rühmad.....	246
3.	Herbitsiidide kasutamise viisid ja ajad.....	248
4.	Herbitsiidide kulunormid.....	248
5.	Tähtsamad herbitsiidid, nende omadused ja kasutamine.....	250
6.	Herbitsiidide kasutamise plaani koostamine.....	250
7.	Pestitsiidide (herbitsiidid, defoliandid, desikandid, retardandid jt) toksilisus ja ohutusnõuded nende kasutamisel.....	250
IX	Defoliandid, desikandid ja retardandid.....	261
X	Külvikorrad.....	264
1.	Külvikorra ja viljavahelduse mõiste.....	264
2.	Külvikordade klassifikatsioon.....	266
3.	Külvikordade planeerimine (projekteerimine).....	268
3.1.	Külvikordade planeerimise alused.....	268
3.1.1.	Mullastiku- ja kliima tingimused.....	271
3.1.2.	Maafondi agronoomiline seisund ja agrotehnikat mõjutavad tegurid.....	275
3.1.3.	Kultuuride järjestuse planeerimise agrobioloogilised alused.....	276
3.1.4.	Külvikordade planeerimise etapid.....	279
3.1.4.1.	Haritava maa kasutamise struktuuri planeerimine.....	279
3.1.4.2.	Haritava maa jaotamine külvikordadesse.....	279
3.1.4.3.	Kultuuride järjestuse planeerimine külvikordades.....	281
3.1.4.4.	Külvikorraväljade eraldamine.....	282
3.1.5.	Külvikordadele üleminek ja nende rakendamine.....	284
4.	Põllukultuuride paigutuse aastaplaani koostamine ebastabiilsetele e. dünaamilistele ja üksikpõllu külvikordadele.....	286

XI	Maaviljeluslike tööde kvaliteet ja selle hindamine.....	293
1.	Kvaliteedi hindamise tähtsus, mõiste ja ülesanded.....	293
2.	Kvaliteedi hindamine tootmises.....	294
2.1.	Kvaliteeti mõjutavad tegurid ja hindamise põhialused.....	294
2.2.	Mullaharimis-, külvi- ja koristustööde kvaliteet ning hindamine.....	297
2.2.1.	Mullaharimise kvaliteet ja selle hindamine.....	298
2.2.1.1.	Sügise mullaharimine ja selle kvaliteedi hindamine.....	300
2.2.1.1.1.	Koorimine ja selle kvaliteedi hindamine.....	301
2.2.1.1.2.	Künd ja selle kvaliteedi hindamine.....	304
2.2.1.1.3.	Külvieelne mullaharimine ja selle kvaliteedi hindamine.....	309
2.2.1.1.4.	Üksiktöödena (liht- ja liitagregaadis) sooritatavad mullaharimistööd ja nende kvaliteedi hindamine.....	312
2.2.1.1.5.	Kartuli kasvuaegse mullaharimise kvaliteedi hindamine.....	321
2.2.1.1.6.	Juurviljade vahelharrimise kvaliteedi hindamine.....	325
2.3.	Kultuuride külv ja selle kvaliteedi hindamine.....	327
2.3.1.	Tera- ja kaunviljade, heintaimede ning juurviljade külvi kvaliteedi hindamine.....	328
2.3.2.	Kartuli mahapaneku kvaliteedi hindamine.....	333
2.4.	Herbitsiididega pritsimine ja selle kvaliteedi hindamine.....	336
2.5.	Maaviljeluslike tööde hindamistabelid ja nende kasutamine.....	342
3.	Kvaliteedi hindamine teaduslikus uurimistöös.....	343
3.1.	Mullaharimise kvaliteedi hindamine.....	343
3.1.1.	Mullaharimise sügavuse ja ühtlikkuse hindamine.....	343
3.1.2.	Mullapinna tasasuse hindamine.....	345
3.1.3.	Mulla murenemise hindamine.....	347
3.1.4.	Mulla panklikkuse hindamine.....	349
3.1.5.	Mulla segamise hindamine.....	350
3.1.6.	Taimejäänuste muldaviimise hindamine.....	351
3.2.	Külvi kvaliteedi hindamine.....	352
3.2.1.	Külvi sügavuse ja ühtlikkuse hindamine.....	352
	Lisa: umbrohtude nimed ladina, eesti ja vene keeles.....	357

Хейнрих Виппер, Практикум по земледелию. На эстонском языке.
Художник-оформитель Х. Пузанов. Таллин, «Валгус». Toimetaja K. Justi. Kunsti-
line toimetaja R. Eilsen. Tehniline toimetaja E. Sagris. Korrektor K. Abram.
ИБ № 6131.

Laduda antud 30. 03. 87. Trükkida antud 21. 11. 88. Formaati 60×90/16. Trükipaber
nr. 1. Kiri Impressum. Ofsettrükk. Tekst on laotud kirjastuses. Tingtrükipoognaid
23,25. Tingvärvitõmmiseid 23,25. Arvestuspoognaid 22,04. Trükiarv 3500. Tellimu-
se nr. 4699. Hind rbl. 1.10. Kirjastus «Valgus», 200090 Tallinn, Pärnu mnt. 10. Trükiko-
da «Pärnutrükk», 203600 Pärnu, Ringi t. 1.